



Forbedring og standardisering af CSW-tankføring

Frederiksen, Marco Thorup; Olsen, Karsten Bæk

Publication date:
1996

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Frederiksen, M. T., & Olsen, K. B. (1996). *Forbedring og standardisering af CSW-tankføring*. Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afdeling for Fiskeindustriel Forskning. DFU-rapport No. 3-96

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Forbedring og standardisering af CSW-tankføring

af

Marco Frederiksen
Karsten Bæk Olsen

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. for Fiskeindustriel Forskning
DTU, Bygning 221
2800 Lyngby

Juni 1995

DFU-rapport nr. 3

DFU-rapport udgives af Danmarks Fiskeriundersøgelser og indeholder resultater fra en del af DFU's forskningsprojekter, studenter specialer, udredninger m.v. Resultaterne vil ofte være af foreløbig art, ligesom fremsatte synspunkter og konklusioner ikke nødvendigvis er institutionens.

Rapportserien findes komplet på institutionens biblioteker i Charlottenlund, Lyngby og Hirtshals, hvorfra de kan lånes:

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Biblioteket
Charlottenlund Slot
DK-2920 Charlottenlund
Tlf.: 33 96 33 15

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Biblioteket
Afd. for Fiskeindustriel Forskning
DTU, Bygning 221
2800 Lyngby
Tlf.: 45 25 25 84

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Biblioteket
Nordsøcentret, Postboks 101
9850 Hirtshals
Tlf.: 98 94 26 01

DFU-rapport is published by the Danish Institute for Fisheries Research and contains results from a part of the research projects etc. The results will often be of an interim nature and the views and conclusions put forward are not necessarily those of the institute.

The reports are located at the institute's libraries in Charlottenlund, Lyngby and Hirtshals, from where they may be loaned.

Redaktion og distribution:
Allan Sommer, Charlottenlund, tlf.: 33 96 33 08

Tryk: DSR Tryk, Frederiksberg

Copyright DFU

Serien er trykt på miljørigtigt papir

ISSN 1395-8216

Indholdsfortegnelse:

	Side nr:
Indledning/formål	2
1. Udvikling/afprøvning af en is%-måler	2
2. Løsning af isolationsproblemer.....	5
3. Anvisning af en standardiseret metode til anvendelse af de eksisterende CSW-systemer i praksis.....	9
3.1 Rengøring	9
3.2 Lastning af CSW-tanke	9
3.3 Cirkulationstider og længder	11
3.4 Salttilsætning	13
4. Forslag til konstruktionsændringer af CSW-tanke og forslag til, hvordan systemet skal opbygges ved nybygning	13
4.1. Materialer.....	13
4.2. Isolation	13
4.3. Cirkulationssystem	16
4.4. Styling af cirkulationssystemet	17
5. Konklusion	17
6. Fremtidig udvikling	18
Literaturliste.....	21
Bilagsliste.....	23

Forbedring og standardisering af CSW-tankføring.

Indledning/formål.

CSW-projektet blev startet i september 1991 med det formål at klarlægge om kvaliteten af CSW-opbevaret konsumsild var i orden. 1. fase blev afsluttet i 1992 med rapporten "Føring af sild i CSW-tanke" /Frederiksen M. 1992/. Resultaterne af denne rapport blev udgangspunkt for 2. fase af projektet: "Forbedring og standardisering af CSW-tankføring" som foreligger i sin endelige udgave med denne rapport. Fase 2 blev udvidet i 1993 til at omfatte opbygning af CSW-tanke på en trawler efter nye principper og afprøvning af tankene.

ESSI-konsumfisk i Esbjerg og de CSW-trawlere, som leverer hertil, har været samarbejdspartnere gennem hele forløbet. Formålet med denne rapport er at afhjælpe og minimere de faktorer, som i fase 1 blev påvist at kunne have negativ indflydelse på kvaliteten af silden, når den føres i CSW-tanke. Formålet er som følger:

1. Udvikling/afprøvning af en is%-måler.
2. Løsning af isolationsproblemer.
3. Anvisning af en standardiseret metode til anvendelse af de eksisterende CSW-systemer i praksis.
4. Forslag til konstruktionsændringer af CSW-tanke og forslag til, hvordan systemet skal opbygges ved nybygning.

Rapporten er et ekstrakt af forsøg og resultater, som alle er placeret i bilag. Rapporten er opbygget efter ovenstående formål. I denne sidste fase af projektet er der foretaget i alt 4 fangstrejser på CSW-trawlerne hhv. E615 Ekliptika og E157 Reykjanes. ESSI konsumfisk og besætningerne på trawlerne takkes for den velvillige hjælp, der har gjort det muligt at gennemføre projektet.

1. Udvikling/afprøvning af en is%-måler.

Temperaturen i CSW-tanke skal holdes under 0°C. En af forudsætningerne for dette er, at der er styr på tilsætningen af is til fisken. Dvs. at der er mulighed for at kontrollere/styre istilsætningen. I dag er kontrollen med isningen mangelfuld og foregår ved at

fiskerne, som skovler is lasten, i bedste fald er klar over hvor meget is der nogenlunde skal være brugt efterhånden som tankene fyldes op. Hvis de bliver klar over, at der er blandet for lidt is i fiskene, er skaden sket. For at temperaturkontrollen skal være sikker, må isen derfor overdoseres kraftigt. Dette kunne afhjælpes ved at måle mængderne af is og fisk som fyldes i tankene.

Tilsat is til fisk måles i vægt % is (isprocent). Is% defineres her som vægtprocent is af fisken. Dvs. 15% is betyder 15kg is til 100kg fisk. Nødvendig istilsætning udregnes efter $is\% = T_{hav} + v \cdot d + s$. T_{hav} er havtemperaturen, v er vedligeholdelsesis ($1/2$ -1% pr døgn afgængig af isolationen), d er antal døgn til fiskene landes og s er ekstra ismængde til sikkerhed (5-10% i konsumfiskeriet) /Olsen K. B. 1993/. Hvis havtemperaturen er 12°C og der er 3 døgn til fisken landes skal isprocenten være: $Is\% = 12\% + 1\% \cdot 3 \text{ døgn} + 10\% = 25\%$ is. I bilag 1 er en nøjere gennemgang af nødvendig istilsætning og fastlæggelse af, hvor stor hastigheden på elevatorerne skal være til en given is%, for at den tilsatte ismængde kommer til at passe.

I industrifiskeriet er et computerstyret anlæg til måling og styring af is% i brug (foreløbig dog kun 3 trawlere). Målingen foregår ved at holde 2 doseringsbånd (placeret efter elevatorerne) fyldt med hhv. fisk og is. Fiskens temperatur bliver målt i modtagekassen. Ud fra rumvægten (ton/m^3) af fisk og is samt temperatur og tid til landing sørger computeren for, at fisken får den ønskede is. Problemet ved denne målemetode er, at nogle fisk (industrifisk) bliver beskadiget i doseringsbåndet, hvilket ikke kan accepteres i konsumfiskeriet. Desuden er prisen for et anlæg relativ høj.

Derfor blev anvendelsen af en mere simpel og billig metode til at bestemme is% afprøvet i projektet.

CSW-trawlere med både fiske- og iselevator har muligheden for at vurdere istilsætningen ved at holde elevatorerne fyldt med hhv. fisk og is. Ud fra elevatorernes hastighed og rumvægten af fisk og is kan is% bestemmes. Formålet med afprøvningen var at vurdere, om denne simple metode er tilstrækkelig præcis og anvendelig i praksis. I starten var det meningen at udvikle en prototype, som skulle afprøves i praksis. Virksomheden, som skulle have udført prototypen og som ville støtte projektet med penge, gik konkurs. Dermed blev udvikling af prototypen ændret til en afprøvning vha. dataopsamlingsudstyr.

Dataopsamlingsudstyret kom til at fungere efter hensigten. Der blev udskrevet en anbefalet is%, ud fra oplysninger om elevatorhastigheder, elevatorernes dimensioner, fiskens og isens rumvægt, samt antal døgn opbevaring inden landing.

Fyldningen af modtagekassen viste sig som forventet at have stor betydning for fyldning-

gen af fiskeelevatoren og dermed målingen af fiskemængden. Løsningen på dette er at holde modtagekassen fyldt med fisk. Dette kan godt lade sig gøre, da indløftningen som regel foregår så hurtigt, at der kun når at blive taget et løft ud ad modtagekassen inden det næste løft er på vej. For at det kan fungere, skal elevatorerne stoppes i de få tilfælde, niveauet i modtagekassen bliver for lavt (der skal være mere end 2-3 ton fisk = 1 løft i modtagekassen).

Iselevatorene havde problemer med at kunne køre tilstrækkelig langsomt, selvom der var lavet en tværsnitsindsnævring på elevatorerne i lastrummet for ikke at få komprimering af isen inde i elevatorerne. Dertil kom problemer med at holde iselevatorene fyldt med is. Isen var på brugstidspunktet 14 dage gammel og sammenfrosset. Det giver store isklumper, der knuses ved at køre hurtigt med iselevatorene. Teoretisk kan problemet løses med en isknuser ved elevatoren i lasten (endnu ikke udviklet).

Det var ikke muligt for fiskerne i lasten at stoppe elevatorerne (fisk og is) når de ikke kunne holde iselevatoren fyldt og starte igen når isforsyningsproblemet er løst, hvilket er nødvendigt for at få systemet til at fungere efter hensigten. Hvis dette skal løses skal en afbryder/starter placeres på en af personerne i lasten. Af sikkerhedshensyn har der tidligere været planer om udvikling af en trådløs afbryder båret af fiskeren i lasten. Projektet blev ikke gennemført pga., at skibstilsynet ikke kunne godkende, at man fjernede beskyttelsesristene over elevatoren, selvom der var installeret sikkerhedsafbryder. Derfor kunne de ikke støtte projektet økonomisk. (I praktisk fiskeri bruges sikkerhedsristene som regel aldrig, men dette er skipperens og ikke skibstilsynets ansvar). En hindring for en anvendelse af den simple is%-måler i fiskeriet er, at fiskerne ønsker at få fisken ombord så hurtigt som muligt. Når der er fisk at fange, er det ofte afgørende at kunne fiske hurtigt igen. Desuden påstår fiskere, at det er meget afgørende for fiskenes kvalitet specielt i dårligt vejr, at de kommer hurtigt ombord, så de ikke bliver slidt i posen, som ligger op ad skibssiden, til fangsten er løftet ombord. Det kan diskuteres, om det har stor betydning, da sild efter opbevaring i en tank alligevel ikke har skæl på.

Samlet vurderes det, at fiskerne vil acceptere en lidt mindre kapacitet mod at få sikkerhed for, at der er tilsat tilstrækkelig is til fisken.

Detaljerne i afprøvningen af is%-måleren fremgår af bilag 2.

Et alternativ til den simple is%-måler kan være massemåling af is og fisk vha. en svag radioaktiv kilde placeret i elevatorerne. Systemet bruges i dag til massemåling af bl.a. korn og mælk og foregår ved at måle absorptionen af strålingen fra kilden gennem et tværnit. Metoden er uafhængig af trawlerens bevægelser i søen, skader ikke fisken og

kan anvendes både i konsum- og industrifiskeri. Prisen på det færdig udviklede udstyr vil ca. halveres i forhold til de nuværende computerissystemer og installationstiden reduceres til få dage. En ansøgning til fiskemelsforeningens udviklingsfond om støtte til en udvikling har givet afslag. En nærmere gennemgang af måleprincippet ved radioaktiv absorption er vedlagt i bilag 3.

2. Løsning af isolationsproblemer.

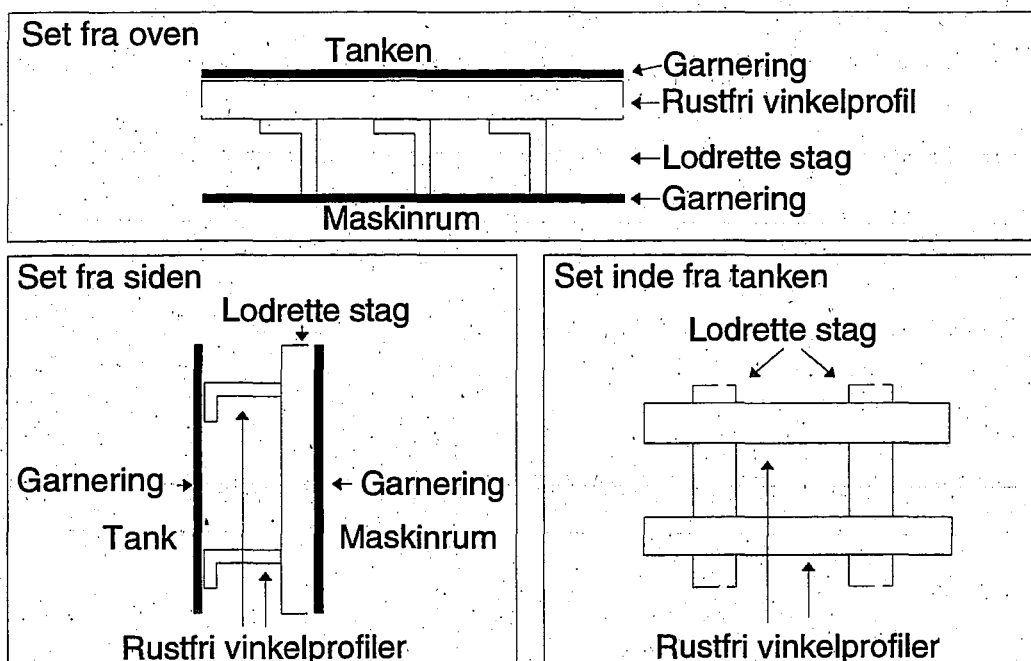
Projektets fase 1 belyste de problemer, der kunne være med kuldebroer og dårlig isolation i tankene. Løsninger herpå kan deles i passive eller aktive løsninger til at fjerne/minimere indtrængende varme. Passive løsninger er konstruktive ændringer af tanke, som fører til bedre isolation. Aktive løsninger er fjernelse af den varme, som kommer ind i tankene udefra. En kombinationen af disse 2 løsninger er afprøvet på E615 Ekliptika, som blev involveret i projektets anden fase.

For at minimere antallet af kuldebroer blev inderklædningen hævet i forhold til spanter og lodrette stag ved at sætte rustfri vinkelprofiler på tværs. Rustfrit materiale blev valgt da det er en ca. 3 gange dårligere varmeleder end almindeligt stål (Varmeledningsevnen for jern λ_{jern} er ca. 55 W/m°C for rustfri stål λ_{rustfri} 13-17 W/m°C. På E615 Ekliptika er der anvendt rustfrit stål af type 304, $\lambda_{304} = 15 \text{ W/m°C}$). Opspantningen reducerede kuldebroerne til svejsningerne mellem vinkelprofiler og spant/stag. Opspantningen er

illustreret på figur 1.

Tankene blev isoleret med polyurethanskum. Der blev lavet ekstra isolation (strengisolation) langs top og bund af de langskibs deleskot mellem tankene ($\lambda_{\text{polyurethanskum}} = 0,043 \text{ W/m}^\circ\text{C}$). Temperaturmålingerne, som er udført i tankene, viser meget fine resultater. Specielt ved maskinskottet er temperaturerne ekstraordinært lave. Der er dog enkelte steder i tankene, hvor temperaturen stadig stiger over 0°C . Årsagen kan være manglende is (dosering pr. øjemål) eller afblanding når is og fisk fyldes i tanken. Afblanding ses bla. ved at der som regel bliver en større koncentration af is lige under det sted hvor blandingen af is og fisk fyldes ned i tanken. Endvidere vil der jo stadig trænge varme ind i tanken selv om isolationen er forbedret væsentligt. Det har ikke været muligt at kontrollere isdoseringen under forsøgene.

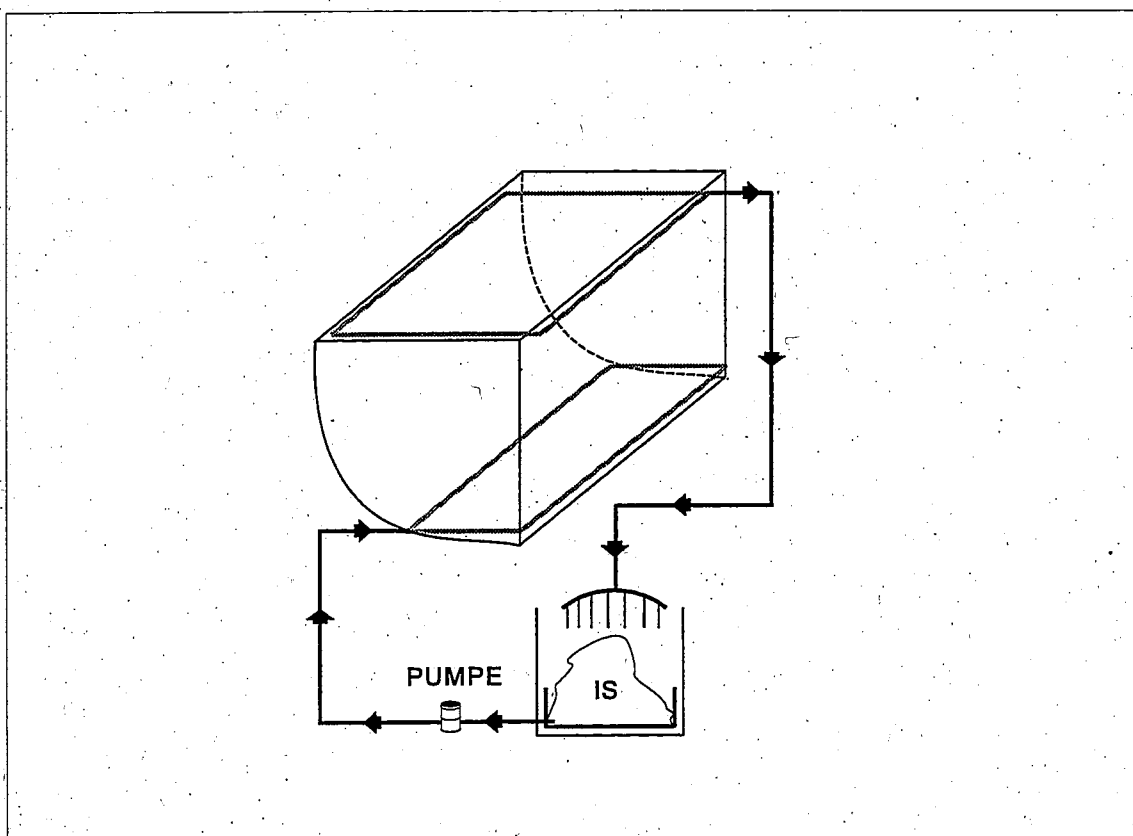
Der blev lavet et vandcirkulationssystem i form af en ringledning langs siderne i alle



Figur 1 Rustfri opspantning på E615 Ekliptika (maskinskot).

tankene både i top og bund se figur 2. Cirkulationsvandet blev afkølet i en tank med is (et isresservoir, en direkte varmeveksler). Cirkulationssystemet kom i balance med cirkulation af $15\text{m}^3/\text{h}$ i 3 tanke og $5\text{m}^3/\text{h}$ i isresservoiret med én cirkulationspumpe. Det iskølede vand bliver pumpet ind i tankenes bund og taget ud af toppen. Temperaturmålingerne har vist, at cirkulationssystemet har god effekt mht. at fjerne den varme, som kommer ind i tanken udefra. Det eneste sted, hvor det er påvist, at cirkulationssystemet i ét tilfælde ikke har effekt, er i toppen mod tankenes forskot.

I første fase blev det påvist at der almindeligvis aldrig er problemer med forhøjede temperaturer i den øverste del af CSW-tanke. Da der ikke er kontrol over doseringen af is (udover øjemål) er det sikkert manglende is der er årsag til de så høje temperaturer i det ene tilfælde. Men der står fast at cirkulationssystemet ikke virker tilstrækkeligt



Figur 2 Vandcirkulationssystem i én tank med tilhørende pumpe og isresservoir.

effektivt i toppen mod forskottet. Problemet kan løses ved at øge cirkulationen af kølet havvand langs forskottet (øge antallet af huller i røret i bunden).

Cirkulationssystemet har været i brug i 1½ år. I det første år er fangsten kun én gang blevet kasseret og dette skyldes ikke temperaturen, men at sildene bug-sprængtes pga. maveindholdet (ifølge besætningen). Fra besætningens side er der stor tilfredshed med systemet, der bruges hele tiden når der fanges sild.

Fabrikken (ESSI konsumfisk) er blevet spurgt om kvaliteten af de landede sild fra E615 Ekliptika. ESSI registrerer kun oplysninger om de fisk de modtager. Hvis ESSI ikke kan bruge fisken pga. f.eks. dårlig kvalitet eller ikke brugbar størrelse registreres den ikke. E615 Ekliptika kan måske i nogle tilfælde holde fisken bedre end andre CSW-trawlere, som derfor får kasseret deres fangst og ikke registreres af ESSI. Statistikken fra ESSI kan derfor ikke bruges til kvalitetsvurdering imellem de enkelte trawlere.

Hvis statistikken skal kunne anvendes til at sammenligne kvaliteten imellem trawlere, skal der registreres flere oplysninger. Der skal altid noteres oplysninger om enhver landing, der vurderes. Det er nødvendigt, at årsagen til at ESSI ikke modtager fisken registreres (ikke brugbar størrelse, kvalitet, f.eks. dårligt vejr på hjemrejsen).

Konstruktionen af tanke og cirkulationssystem er gennemgået i bilag 4.

Afprøvning af tanke og cirkulationssystem på i alt 3 sørejser er gennemgået i bilag 5.

For at se, hvor stor effekt isolation kan have for opvarmning af fisk i en tank, blev der lavet en computermodel, der forudsiger temperaturstigninger i en tank afhængig af isolation, overskudsis (efter nedkøling til 0°C), udetemperatur og opbevaringstid. For at det kan lade sig gøre at regne på det, er der ingen vand i tanken (kun fisk og is) dvs. industrifisk. Vandstømnings i en tank gør beregningerne komplicerede. Computermодellen og eftervisningen af den er gennemgået i bilag 6. Endelig er det i samme bilag beregnet hvor meget temperaturstigninger betyder for TVN indholdet i industrifisk (og dermed afregningsprisen).

For at kontrollere en tanks generelle tilstand mht. isolation kan der foretages termografimåling. Udstyret til dette er et kamera, der fungerer ved at områder med forskellig temperatur får forskellig farve på billedet. Der er blevet foretaget termografimåling på en enkelt tank. Målingen var en demonstration (Land cyclops TI35 som i Danmark forhandles af Hans Buch og co). Det viste sig at termografi er en god metode til at afsløre kuldebroer og evt. dårlig isolation i en tank. Kuldebroer i tanken kunne tydeligt ses i forhold til områder der var isoleret. Termografimåling er et ideelt værktøj til at afgøre, om det er nødvendigt med renovering af en eksisterende tank pga. isolations-

problemer. Termografiudstyr relativt dyrt (ca. kr 230.000) hvilket gør det urealistisk for den enkelte fisker at anskaffe sig udstyret. Fiskeriforeninger eller de store virksomheder kan med fordel anskaffe sig termografiudstyr. Derved kan man f.eks. ved årlige check kontrollere de enkelte tankes tilstand. Isolationsproblemer kan opdages i tide til gavn for den enkelte fisker og den generelle kvalitet.

3. Anvisning af en standardiseret metode til anvendelse af de eksisterende CSW-systemer i praksis.

Anvisningen gennemgår hele forløbet med lastning af de eksisterende CSW-systemer og anviser optimale løsninger i den aktuelle situation. I bilag 10 er anvisningen skrevet som en kortfattet instruktionsvejledning til dagligt brug ombord på CSW-trawlerne.

3.1 Rengøring:

CSW-tanke bør rengøres hver gang de har været i brug da det er levnedsmidler tankene anvendes til.

Hver gang tankene tages i brug efter industrifiskeri skal samtlige riste aftages for at rengøre lodrette dræn og render/brønde i tankenes bund. Sugeristene i tankenes top skal også rengøres. Der kan med fordel anvendes et skumrengøringsmiddel, som skal virke i 10-20 min hvorefter der højtryksrenses. Samtlige rør og brønde skal gennemskylles med vand tilsat et desinfektionsmiddel.

Almindelig rengøringen kan med fordel foretages umiddelbart efter tankene er tømt, så urenheder ikke når at sætte sig fast. Det anbefales at højtryksrense tankene med et desinfektionsmiddel.

Samtlige rør skal skylles igennem med vand tilsat desinfektionsmiddel i 15 min.

Samtlige rør/brønde tømmes herefter for vand.

Hvis der er et filter i cirkulationssystemet skal dette renses og rengøres efter hver rejse. Det er meget vigtigt at undgå at vand står i rør/brønde mellem rejserne, da det kan ødelægge en hel tank fisk.

Der er i bilag 9 givet et eksempel på anvendte rengøringsmidler. Uden at det anbefales at bruge specielt dette fabrikat er der vedlagt normdatablade og instruktionsvejledning for skumrengøringsmiddel og desinfektionsmiddel fra "Diversey".

3.2 Lastning af CSW-tanke.

Inden der fyldes fisk i en tank lægges is i tankens bund (isbundlag). I Bilag 7 er det

beregnet hvor meget is til isbundlag, der skal bruges afhængig af havtemperaturen og opbevaringstiden. For at undgå temperaturstigninger ved maskinskottet (pga. høje temperaturer i maskinrummet), lægges ekstra is ved maskinskottet. Ved at observere om der er is tilbage ved tankens bund, når tanken er tømt, kan det afgøres om der behov for mere eller mindre isbundlag på næste rejse. Der skal være isbundlag tilbage i tanken når den losses. Det er den eneste måde, der er sikkerhed for, at temperaturen ved tankens bund er tilstrækkelig lav. Samtidig må der ikke være for meget isbundlag tilbage, da der så bliver problemer med at losse tankene. Der skal holdes øje med den enkelte tank, da der kan være stor forskel på nødvendig ismængde i bunden afhængig af tankens aktuelle placering og isolation. Det anbefales at skrive mængderne ned f.eks. som isbundlagets højde i cm ved den aktuelle havtemperatur.

Hvor der ikke er fiskeelevator, kan det være problematisk at få fisk og is til at glide i en jævn strøm til tanken. Ofte er det nødvendig med brug af meget vand for at få fisken til at glide ned i tanken. Uden brug af fiskeelevator bliver fordelingen af is i fisken endnu mere personafhængig.

De fleste trawlere anvender havvand for at få is og fisk til at glide til tanken. Tanken efterfyldes med havvand, når tanken er fyldt op med fisk og is. Der skal altid anvendes nedkølet havvand da vandet ellers vil bruge isen som er beregnet til at køle fisken med. Der er stor risiko for, at der vil opstå områder i tanken uden is, hvis havvandet ikke på forhånd er nedkølet, da vandet vil smelte isen i umiddelbar nærhed af påfyldningsstedet. Det kølede havvand laves i en særskilt last/tank med is inden fangsten tages ind. Mange bruger kun iskølet vand i den varme tid. Det anbefales at bruge iskølet havvand hele året rundt. Havvandet skal nedkøles til under 0°C inden brug.

Forudsætningen for tilsætning af tilstrækkelig is til fisken er, at isen er tilstede ombord, når den skal bruges. Bilag 1 giver udover førnævnte is% også oplysninger ønskede totalmængde is pr. ton fisk afhængig af temperaturen.

Som systemerne bruges i dag måles mængder af fisk og is ikke når tankene fyldes. Forholdene ombord varierer med den enkelte trawler og er meget personafhængig. Det anbefales at udstyr til at måle mængden af fisk og is udvikles, da det vil give den enkelte trawler mere ensartet kvalitet og større sikkerhed for at kunne kontrollere tankenes temperatur. Den afprøvede is%-måler har ikke løst opgaven tilfredsstillende. Der skal

som sagt være mulighed for at starte/stoppe fiske- og iselevator fra islasten og iselevatoren skal kunne køre med fuldt tværsnit ved lav hastighed. Variationer i rumvægten af både fisk og is påvirker nøjagtigheden af is%-målingen. Tidligere forsøg har vist, at rumvægten af røris varierer fra 0,60 til 0,72 ton/m³, hvilket giver en relativ usikkerhed på 18% /Olsen K. B. 1973/. Hvis det f.eks. ønskes, at tilsætte 20% is til fisken, skal der, alene for at tage højde for rumvægten af is, doseres efter 23,6%.

For at kunne bruge de eksisterende systemer i dag optimalt skal fiskenes temperatur måles i modtagekassen og nedskrives sammen med oplysninger om lastet ismængde, tiden inden fangst og hvor stor mængde fisk der blev landet. Dette kan anvendes til at justere lastet ismængde efter årstiden og ved evt. kassering af lasten pga. kvalitetsfejl at kunne dokumentere om det kunne skyldes for lidt is. Specielt ved fiskeri i og omkring golfstrømmen kan fiskenes temperatur ved fangst være højere end forventet efter årstiden.

3.3 Cirkulationstider og længder.

Cirkulationssystem med vand.

Forsøgene på E615 Ekliptika har vist at vandcirkulation i tankene, med lav hastighed hele tiden, er at foretrække på denne trawler.

Der stor forskel på placeringen af cirkulationssystemet i tankene på forskellige trawlere. Fælles for de eksisterende tanke er at ristene i tankenes bund er placeret i midten eller omkring midten af tankbunden. Der er som regel kun én rist i toppen placeret i eller i nærheden af lugen. For udjævning af temperaturforskelle inde i massen af fisk og is i tanken vil cirkulation med stor vandhastighed være at foretrække i korte perioder /Frederiksen M. 1992/.

Der må laves så ensartet en blanding af fisk og is ombord som muligt. Dette er at foretrække, da man da så ikke behøver at bekymre sig om temperaturen inde i massen af fisk og is, men kun temperaturen ved ydersiderne til omgivelserne (inkl. tankens top og bund). Specielt ved vandcirkulation kan der tilføres koldt vand ved tankens bund (bedst langs siderne i bunden). Det kolde vand kan hentes fra en separat last/tank med is.

De fast installerede temperaturfølere, der er anbragt i tankene giver ikke information om en generel høj eller lav temperatur i tankene. Man kan derfor egentlig ikke bruge dem som andet end en tilstandsvurdering af temperaturen mod maskinskottet, hvor de oftest er placeret.

Ved at studere cirkulationstider/længder og tilsvarende temperaturkurver fra projektets

1. fase kan følgende generelle retningslinier for cirkulation med vand i de eksisterende systemer anbefales:

Der skal konstant og uanset hvad de fast installerede temperaturfølere viser cirkuleres med faste tidsintervaller og længder hele året rundt. Cirkulation af vand skal bruges til at udjævne lokale områder med højere temperatur end den øvrige tank. Det er en forudsætning, at isen, som er nødvendig for nedkøling af fisken og fastholdelse af temperaturen, er til stede i tanken.

Det anbefales som minimum at cirkulere vandet i samtlige tanke hver 3. time i minimum 15 min. Vandcirkulation med 15 m^3 i timen pr. tank (ca. 40 m^3) har vist at være tilstrækkeligt på E615 Ekliptika (når der vandet cirkuleres hele tiden). Dette skulle også være tilstrækkeligt i andre tanke, med ringere isolation, da vandmængderne på E615 Ekliptika er ca. det dobbelte af det teoretisk nødvendige. Det bedste vil være konstant cirkulation døgnet rundt med køling af vandet over en separat last/tank med is.

Der kan være specielle forhold på den enkelte trawler, som giver behov for mere eller mindre vandcirkulationstid/længde/hastighed. Der har ikke kunnet vises nogen negative virkninger med efterfølgende forhøjede temperaturer og manglende is som følge af cirkulation med vand i lange tidsperioder. Temperaturen ved tankens bund bliver altså ikke højere, selvom vandet har været cirkuleret mange gange og i lang tid i tankene. Vandet skal pumpes ind i tankenes bund og tages ud i toppen. Hvor det er muligt køles det cirkulerende vand gennem en tank/last med is. Ekstra is kan lægges i tankens top (lugekarmen) når sugeristen i toppen er placeret her.

Cirkulationssystem med luft.

Cirkulationssystemet med luft er kun afprøvet på én rejse. Luftcirkulationen giver stor omrøring i tanken. Den almindelige påstand er, at isen stiger op i tanken, når der bruges luft. Det ser ikke ud til at være tilfældet, da temperaturmålinger over bunden har vist lave temperaturer, også efter at luftcirkulationssystemet er aktiveret mange gange. Anbefalet cirkulationstid er minimum hver 3. time i minimum 3 min. døgnet rundt uanset havtemperaturen og temperaturen målt med de faste temperaturfølere i tankene. Selvom luften, der pumpes ind i tanken, er varm (omkring 100°C) har det ingen nævneværdig betydning for smeltning af isen og dermed temperaturen, da luft ikke kan indeholde ret megen energi. Den effekt som opnås ved omrøring i tanken, er langt at foretrække fremfor de få kg is der smelter pga. luftens varme.

3.4 Salttilsætning.

Mange bruger salt-tilsætning i tankene specielt i den varme tid om sommeren. Når temperaturen kommer ned omkring ca. $-1,5^{\circ}\text{C}$ vil fiske begynde at fryse. Dette kan medføre dårlig konsistens og kan give en meget uensartet kvalitet, når fisken bliver landet. I bilag 8 er det beregnet, hvor meget salt der maksimalt må tilsættes en tank for ikke at få lavere temperatur end $-1,5^{\circ}\text{C}$. Der er en stor risiko for at fryse fisken, hvis ikke fordelingen af saltet sker ensartet. Saltet må ikke blandes i tanken direkte. Saltet skal opløses i en tank/last for sig selv og saltvandet (lagen) blandes i tankene under lastningen. Hvis der først fyldes saltvand (lage) i tanken når tanken er fyldt op, er der risiko for, at saltlagen ikke bliver fordelt ensartet. Dermed kan temperaturen lokalt komme for langt ned.

4. Forslag til konstruktionsændringer af CSW-tanke og forslag til, hvordan systemet skal opbygges ved nybygning.

Forsøgene på E615 Ekliptika med nykonstruerede tanke og cirkulationssystem viser sig at fungere efter hensigten. Derfor anbefales dette system ved nybygning.

Bilag 4 viser konstruktionen af tankene og cirkulationssystemet. I det følgende opsummeres de ændringer, der er gjort i forhold til traditionelle tankkonstruktioner.

4.1. Materialer.

Inderklædningen laves af stål, da dette er det mest robuste materiale. Glasfibertanke viser sig ofte at få revner med tiden. Specielt når tankene også bruges til industrifiskeri, som det er tilfældet med sildetrawlerne. Tankene skal også laves af stål i bunden (tidligere kun beton). Rørsystemet kan med fordel udføres i PEH rør (rør af højtrykspolyethylen). Rørene kan holde til tryk og lave temperaturer og har en lav varmelednings-ejne sammenlignet med stålrør.

4.2. Isolation.

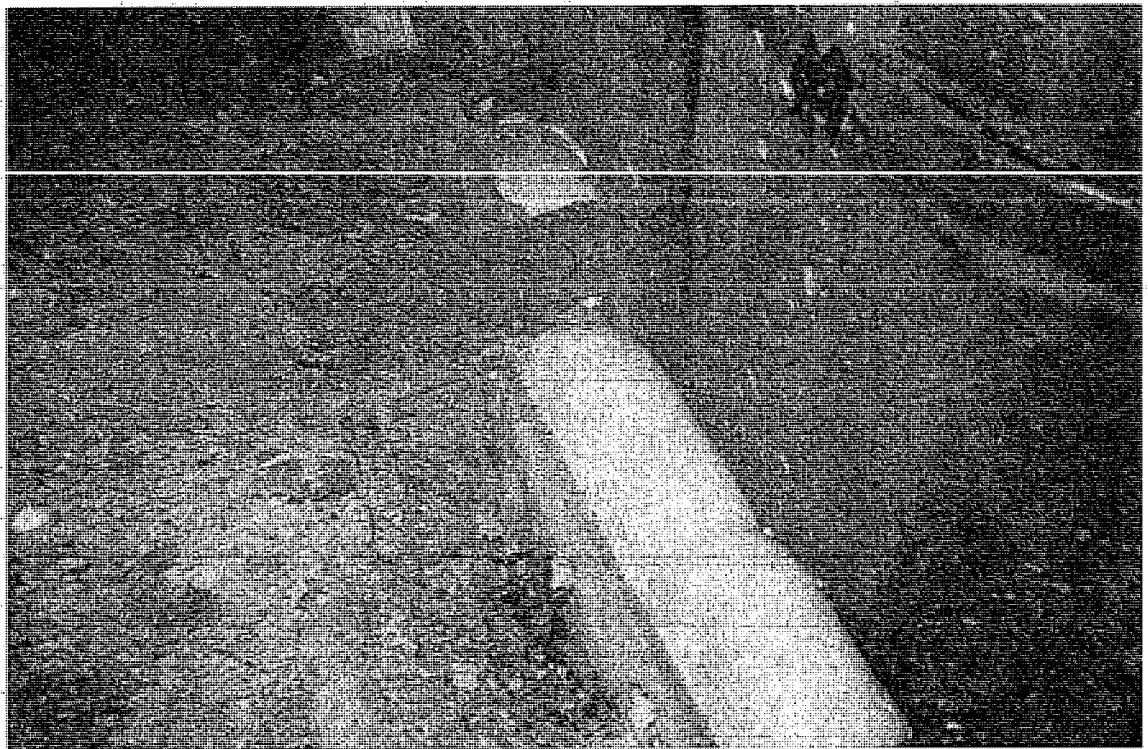
For at minimere kuldebroerne hæves inderklædningen i tankene i forhold til spanterne. På E615 Ekliptika er dette gjort ved på tværs af spanterne at indsætte et vinkelprofil i rustfri stål (de ekstra omkostninger til materiale er minimale i forhold til de totale projektkomkostning). Derved optræder kuldebroerne kun punktvis, hvilket forbedrer den samlede isolation væsentligt.

Det anbefales at lave randisolering ved top og bund af de langskibs deleskot i tankene. Ved lænsebrønde og lignende som går ind i tankene laves ligeledes opspantning med

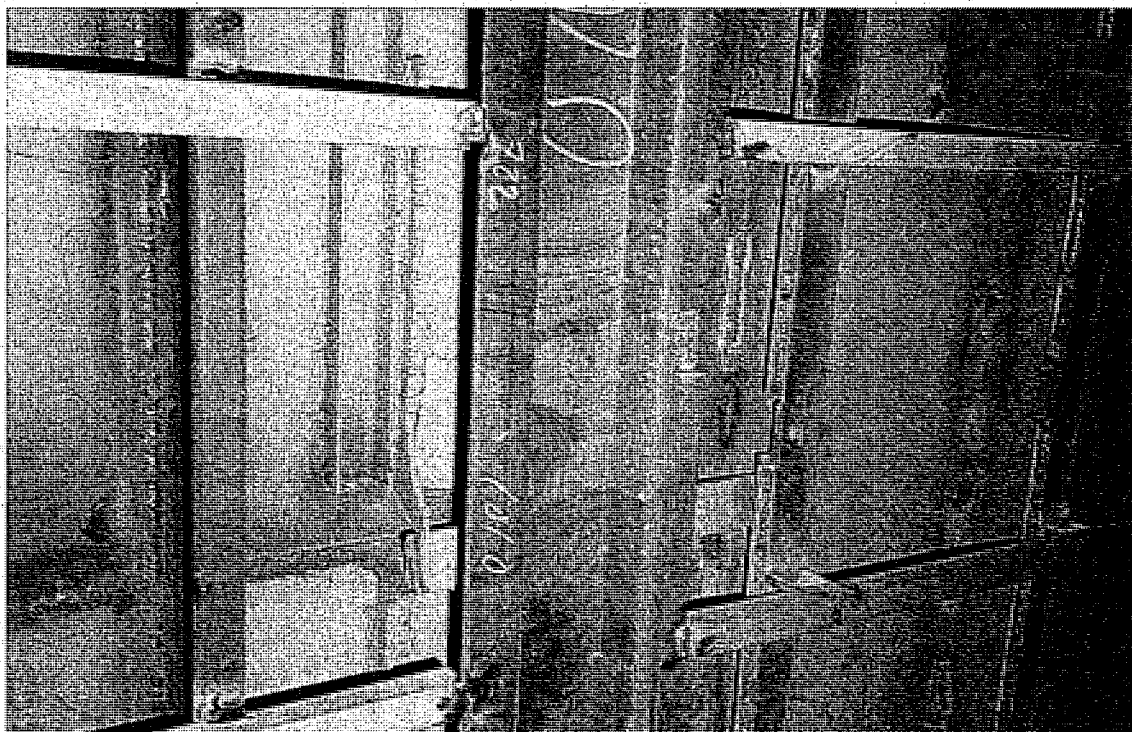
vinkelprofiler.

Tanken isoleres med polyurethanskum. Polyurethanskum har en lav varmeledningsevne ($\lambda_{\text{polyurethanskum}}$ ca. 0,043 W/m°C) og kan skummes op så det fylder alle mellemrum i konstruktionen ud. Skummet består af lukkede celler, som ikke suger vand. Hvis der sker skader på tanken, f.eks et hul gennem garneringen, kommer der kun vand i isolationen umiddelbart omkring skaden.

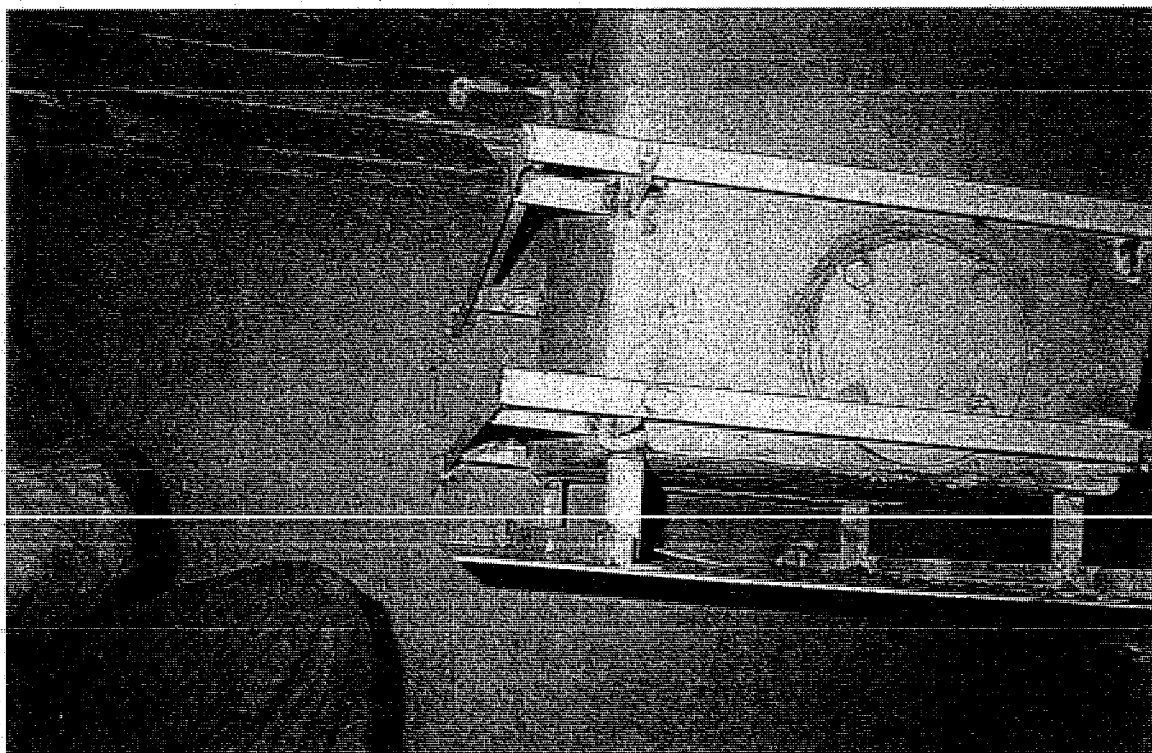
Figur 3, 4 og 5 viser fotos af tankene ombord på E615 Ekliptika.



Figur 3 Strengisolering langs et af de langsskibs deleskot imellem tankene.



Figur 4 Rustfri opspantning langs tankenes yderside.



Figur 5 Rustfri opspantning ved en brønd, som stikker ind i tanken fra dækket.

4.3. Cirkulationssystem.

Alle riste monteres med hængsler og vridere/bolte så det er nemt at rengøre bagved. Det anbefales at lave ristværk langs tankenes sider hele vejen rundt både for oven og forneden. Særsomt laves en rist tankbundens midte. Forbindelsen til de lodrette dræn i siderne skal være med kontraklap så de lukker til når vand pumpes ind i ringledningen forneden.

Der skal være 2 rørforbindelser til hver tank. En til ringledningen i tankens bund og en til den i toppen. Forbindelsen til ristværket i tankens midte spærres af (evt. med kontraklap) når det ønskes, at bruge tanken til konsumsild.

Alle rørforbindelser samles i et ventilbatteri, hvorfra det er muligt at regulere vandtilførsel til og fra samtlige tanke. På samtlige rør til tankenes bund sættes flowkontakter ligeledes på røret med kølet vand fra isreservoiret. Herved kan det overvåges om der cirkuleres tilstrækkelige vandmængder i systemet (3 kontakter til 3 tanke + 1 kontakt til isresservoiret). Der skal være mulighed for at observere temperaturen i cirkulationssystemet hvilket gøres med termometre på ventilbatteriet.

En særskilt tank/last bruges som isreservoir. Vandet fordeles over isen i isreservoir med et perforeret rør i toppen og tages ud gennem ristværk i bunden.

I toppen af hver tank påsættes et gennemsigtigt pvc-rør med slange, så man kan se vandstanden i den enkelte tank uden at skulle åbne den.

4.4. Styring af cirkulationssystemet.

I tanke på 50m³ anbefales en vandcirkulation på ca. 15 m³ pr. time pr. tank. Gennem isreservoir anbefales samme vandmængde. Samtlige flowkontakter indstilles til det ønskede niveau (her 15 m³/time). Når en tank er fyldt op med is, fisk og vand lukkes den. Ventilerne indstilles så pumpen suger i tankens top og i isreservoirs bund.

Pumpen skal trykke i tankens bund og i isreservoirs top. De nævnte ventiler skal i starten åbnes helt og pumpen startes. Det observeres om der cirkuleres med de ønskede vandmængder i systemet. På pumpens trykside indstilles vandmængderne så de passer efter flowkontakterne dvs. mere end 15m³/time. Når man ændrer indstilling af en ventil påvirker det flowet gennem de andre ventiler. Så det er nødvendigt at checke ventilindstillingerne/flow flere gange. Hvis det observeres at vandstanden i tankene falder er det ventilen fra isreservoirs bund (på sugessiden) skal der åbnes til det passer. De øvrige ventiler på pumpens sugeside skal altid stå helt åbne.

Når først cirkulationssystemet er reguleret ind én gang passer det sig selv for eftertiden (med enkelte småjusteringer). Der sættes mærker på de fundne ventilindstillinger. Temperaturen i cirkulationssystemet observeres med termometrene på ventilbatteriet.

Når først systemet er justeret ind består den daglige drift i at holde øje med vandniveauet i tankene og at kontrollamperne for vandmængderne i tankene lyser. Så længe der er is i isreservoir er temperaturen i cirkulationssystemet under 0°C.

5. Konklusion.

Isolationsproblemerne er reduceret med de konstruktionsændringer, der er foretaget på E615 Ekliptika. Ved maskinskottet ses lavere temperaturer end målinger i traditionelle tanke. Det gennemgående problem for at kunne udtale sig kategorisk om forbedring af systemet er, at der ikke har været mulighed for at måle/styre tilsætningen af is til fisken. Det står fast, at de temperaturer, der er målt, generelt er lavere end tidligere målinger i CSW-tanke.

Det ændrede cirkulationsystem fungerer efter hensigten. Ved at cirkulere 15m^3 i timen pr. tank er det vist, at temperaturen holdes konstant under 0°C ved tankenes sider. Der er problemer med temperaturen i toppen mod forskottet. Dette menes at kunne løses ved at øge cirkulationen på dette sted. Specielt mod maskinskottet er det vist, at cirkulations-systemet er meget effektivt til at fjerne den varme, som kommer ind i tanken udefra.

Forsøg på at få kontrol over tilsat is med en simpel is%-måler har ikke givet de ønskede resultater. For at det skal fungere skal der være mulighed for, at fiskerne i lasten kan stoppe elevatorerne. Samtidig skal der laves en anordning til at knuse isklumper med. Dermed skulle iselevatoren kunne holdes fyldt, også når isen i lasten er frosset sammen (ved længere rejser og når omgivelsestemperaturen er høj). Systemet er meget afhængig af at fiskerne stopper is- og fiskeelevator, når iselevatoren ikke kan levere tilstrækkelig is til at holde elevatoren fyldt. Hvis systemet passes skulle det give tilstrækkelig nøjagtig afvejning af is/fisk. Dermed er det ikke nødvendigt at overdosere så kraftigt med is som der gøres i dag og fordelingen af is til fisken vil blive mere ensartet.

Et målesystem baseret på radioaktiv absorption, vil give mere nøjagtig afvejning af is og fisk. Systemet er uafhængig af den enkelte fisker da systemet vil dosere is/fisk automatisk og sætte hastigheden ned, hvis der ikke kommer tilstrækkelig is fra lasten. Systemet vil samtidig være meget anvendeligt til industrifisk pga. den større nøgagtighed (Der er større økonomisk fordel i at optimere overskuds is til industrifisk pga. afregningssystemet).

Det vil være bekosteligt at ombygge eksisterende CSW-tanke efter forholdene på E615 Ekliptika. Konstruktionsændringerne mht. kuldebroer er så indgribende at det kun kan have interesse ved nybygning af tanke. Der kan være fordele i at ændre cirkulationssystemet, med en ringledning foroven og i bunden af tankene. Afhængig af den enkelte tanks konstruktion vil det måske være økonomisk muligt at ombygge eksisterende tanke.

6. Fremtidig udvikling.

Målet for den fremtidige udvikling er at få bedre kontrol på opbevaringsforholdene ombord. Den helt essentielle parameter er temperaturen, og dermed istilsætning og isolation. Kontrol over den vigtigste parameter for kvaliteten vil sikre CSW-opbevaret sild af højere og mere ensartet kvalitet.

En is%-måler kan være enten en billigudgave, som den afprøvede, suppleret med

start/stop i lastrummet og isknuser (endnu ikke udviklet). Alternativet er den dyrere løsning med automatisk styring, ud fra måling af radioaktiv absorption, hvilket samtidig giver store fordele i industrifiskeriet.

I øjeblikket bliver der planlagt forsøg med en billigudgave i industrifiskeriet, hvor der bliver installeret start/stop i lastrummet og hydraulikmotorerne, som driver elevatorerne, bliver forbedret, så de kan køre tilstrækkelig langsomt uden at gå i stå.

Håndtering af is er problematisk, især hvis det tager lang tid inden isen skal bruges, og hvis havtemperaturen er høj. Isen fryser derved ofte sammen til store klumper. Desuden er det en hård belastning for fiskerne ved store slæb, når hele ismængden ombord skal bruges i løbet af 4-6 timer.

På det seneste er der kommet flere alternativer frem til traditionel røris. Ideen er at gøre is pumpebar. Dette kan enten gøres ved, at isen produceres som iskrystaller og tilsættes vand, hvorved det bliver til en pumpebar "grød". Sunwell i Canada har en patenteret metode til at producere isgrød på ombord på skibe (bilag 11). En anden mulighed er at pumpe traditionel røris vha. en P/V-pumpe /MMC 1993/.

Så længe is ved danske isværker er så billig, som den er, vil det være en fordel at kunne anvende den. Selv når investeringsomkostningerne tages ud af betragtning, er produktionsomkostningerne til is ombord alene højere end køb af is på land.

Der er flere alternativer til selv at producere isen ombord. Dels som nævnt at pumpe rørisen direkte. Et andet alternativ er, at knuse isen til partikler eller småstykker, så den kan pumpes med en almindelig pumpe.

Mulighederne for at kunne pumpe is fra isværker, som røris eller partikler, bør undersøges nærmere. Der bør laves en nøjere sammenligning mellem de forskellige kølemuligheder til tankførte sild (CSW, RSW, P/V-pumpe og Isgrød).

Et alternativ til den afprøvede metode til minimering af kuldebroer og aktiv køling er en kølelast. Ved at lave et rørsystem med kølet vand omkring tanken er det muligt at fjerne varmen som kommer ind i tanken udefra. Rørsystemet kan laves som et profil (med hul i) monteret på den indvendige side af klædningen og i bunden, hvor der er kuldebroer. Alternativt kan rør indbygges mellem klædning og spanter/stag. Væsken, som cirkuleres igennem, kan være en salt- eller glykolbrine, som kan forkøles over en islast eller kølemaskine. Den umiddelbare fordel ved denne løsning er, at den også med fuldt udbytte kan anvendes i industrifiskeriet, hvor det i dette projekt afprøvede indvendige aktive kølesystem ikke kan bruges.

Udgifterne til etablering af en kølelast bør undersøges, også udgifterne ved etablering i eksisterende tanke af stål. Herved vil alle CSW-trawlere med ståltanke kunne komme på samme høje kvalitetsmæssige niveau mht. isolation.

Literaturliste.

/DTH, Opvarmning og ventilation 1945/

Meddelelser fra DTH's laboratorium for opvarmning og ventilation bind 1 nr. 3

Lyngby 1945

/Frederiksen M. 1992/

Føring af sild i CSW- tanke

Marco Frederiksen og Karsten Bæk Olsen

Lyngby 1992

/Hansen P. N. 1978/

Termiske beregningsmetoder

Preben Nordgaard Hansen

Lyngby 1978

/Kolbe E. et al. 1985/

Ice requirements for chilled seawater systems

E. Kolbe, C. Crapo and K. Hilderbrand.

Marine Fisheries Review 1985

/Krüger 1994/

Samtale med Willy Fløe fra Krüger A/S

Lyngby 1994.

/Magnussen O. et al. 1972/

Tankføring af sild og makrel

Scandinavian Refrigeration nr. 5 oktober 1972

Ola M. Magnussen og Svend Einar Holt

Institut for køleteknik

Trondheim 1972

/MMC 1993/

Fishing News International

July 1993

/Olsen K. B. 1973/

Forsøg med isningsteknik. Indlæg i forbindelse med fiskemelssymposium

Karsten Bæk Olsen

Lyngby 1973

/Olsen K. B. 1978/

CSW - Containerføring af konsumfisk-bifangster fra industrifisktrawlere.

Karsten Bæk Olsen

Lyngby 1978

/Olsen K. B. 1993/

Demo projekt COMPUIS

Karsten Bæk Olsen

Lyngby 1993

Bilagsliste.

	Side nr:
1. Ismængde til fisk afhængig af temperaturen	24
2. Afprøvning af is% måler	29
3. Is%-måling/styring vha. radioaktiv absorption	33
4. Konstruktion af tanke og cirkulationssystem.(Forsøg med trykfordeling over huller i cirkulationsledning).....	35
5. Afprøvning af nye tanke og cirkulationssystem på E615 Ekliptika	48
6. 6.1 Computermode som beskriver temperaturforholdene i en tank med iset fisk	61
6.2 Eftervisning af den teoretiske model ved containerforsøg	66
6.3 Beskrivelse af TVN-udviklingen i en tank med iset industrifisk	71
7. Beregning af udgangsmængde til isbundlagstykkelse	75
8. Tilsætning af salt i CSW tanke	79
9. Normdatablad og instruktionsvejledninger til rengøring af CSW tanke. Diversity: Divoflow no. 8 (DF 8).....	83
10. Instruktionsvejledning til CSW-tanke	86
11. Sunwell slurry ice generators.....	93
12. Temperaturmålere.....	95

Bilagsliste.

Side nr:

1.	Ismængde til fisk afhængig af temperaturen	24
2.	Afprøvning af is% måler	29
3.	Is%-måling/styring vha. radioaktiv absorption	33
4.	Konstruktion af tanke og cirkulationssystem.(Forsøg med trykfordeling over huller i cirkulationsledning).....	35
5.	Afprøvning af nye tanke og cirkulationssystem på E615 Ekliptika	48
6.	6.1 Computermodel som beskriver temperaturforholdene i en tank med iset fisk	61
	6.2 Eftervisning af den teoretiske model ved containerforsøg	66
	6.3 Beskrivelse af TVN-udviklingen i en tank med iset industrifisk	71
7.	Beregning af udgangsmængde til isbundlagstykkelse	75
8.	Tilsætning af salt i CSW tanke	79
9.	Normdatatablad og instruktionsvejledninger til rengøring af CSW tanke. Diversey: Divoflow no. 8 (DF 8).....	83
10.	Instruktionsvejledning til CSW-tanke	86
11.	Sunwell slurry ice generators.....	93
12.	Temperaturmålere.....	95

Bilag 1. Nødvendig ismængde til fisk afhængig af temperaturen.

Tilsat is til fisk måles i vægt % is (isprocent). Is% defineres her som vægtprocent is af fisken. Dvs. 15% is betyder 15kg is til 100kg fisk. Nødvendig istilsætning udregnes efter:

$$1) \quad \text{is\%} = T_{\text{hav}} + v \cdot d + s.$$

T_{hav} er havtemperaturen, v er vedligeholdelsesis ($\frac{1}{2}$ -1% pr. døgn afgængig af isolationen), d er antal døgn til fiskene landes og s er ekstra ismængde til sikkerhed (5-10% i konsumfiskeriet). Hvis havtemperaturen er 12°C og der er 3 døgn til fisken landes kan isprocenten f.eks. være: $\text{Is\%} = 12\% + 1\% \cdot 3\text{døgn} + 10\% = 25\%$ is.

Hvis det ønskes at få bedre styr på isdoseringen kan dette gøres ved, at holde elevatorerne fyldt og styre hastigheden af dem.

En system hvor elevatorer (doseringsbånd) automatisk holdes fyldt og is% styres vha. en computer er i dag i drift på 3 trawlere /Olsen, K. B. 1991/.

Ud fra den ønskede is% kan hastigheden på fiske- og iselevatorerne fastlægges. I praksis foregår det ud fra konkrete målinger af kapaciteten på fiske- og iselevatorer. Uden hjælpemidler gøres dette ved at måle omdrejningshastigheden på elevatorernes aksler (omdrejninger pr. min). For nøjagtig måling må der medbringes en vægt og måles på de aktuelle elevatorer. Fyldningsgraden af fiskeelevatoren afhænger, udover elevatorens dimensioner, af fiskestørrelsen, fiskens konsistens, modtagekassens udformning og hvor meget fisk der er fyldt i modtagekassen. Fyldningsgraden af iselevatoren afhænger, udover elevatorens dimensioner, af isens konsistens (især partiklernes størrelsesfordeling).

Nedenstående er lavet et eksempel på udregning af aktuelle elevatorhastigheder afhængig af den ønskede is%.

Elevator-dimensionerne på E157 Reykjanes er følgende:

Fiskeelevator (som hælder ca. 45°):

Bredde: 400mm

Skovlhøjde: 150mm

Højde fra skovl til elevatorens mellemlade: 150mm

Som fyldningsgrad bruges 0,97kg/l (bestemt ved forsøg i bilag 2)

Tandhjulet på akslen har 8 tænder og kæden er 4 tommer. Det svarer til at elevatoren flytter sig 0,81 m/omdrejning på akslen.

Iselevator:

Bredde: 300mm

Højde: 85mm (skovlhøjde og højde til mellemladen er den samme)

Som fyldningsgrad bruges rumvægten af is = 0,62 kg/l (beregnet i bilag 2).

Tandhjulet på akslen har 8 tænder og kæden er 3 tommer. Det svarer til at elevatoren flytter sig 0,61 m/omdrejning på akslen.

Vedligeholdelsesis (v) er valgt til 1%, antal døgn (d) er valgt til 3 og sikkerhedsprocenten (s) er valgt til 5%. mellem fiskelevator og iselevator, foregår som følger:Udgangspunktet er hvad én mand i lasten kan nå at skovle (ca. 250 kg is/min). Efter hvor mange der er i lasten og isens konsistens kan tallene for omdrejninger/min justeres op og ned. Ved lave is% kan det være indløftningshastigheden, som er begrænsende for systemet. Et eksempel herpå er vist i nedenstående skema. Forholdet mellem hastigheden på is- og fiskelevator skal altid være den samme ved en given is%.

Temperatur	IS%	Is m/min	Fisk m/min	Hastighedsforhold Is/Fisk	Is Omdr/min	Fisk Omdr/min
0	8	15,8	53,7	0,29	26	66
1	9	15,8	47,7	0,33	26	59
2	10	15,8	43,0	0,37	26	53
3	11	15,8	39,1	0,40	26	48
4	12	15,8	35,8	0,44	26	44
5	13	15,8	33,0	0,48	26	41
6	14	15,8	30,7	0,52	26	38
7	15	15,8	28,6	0,55	26	35
8	16	15,8	26,8	0,59	26	33
9	17	15,8	25,3	0,63	26	31
10	18	15,8	23,9	0,66	26	29
11	19	15,8	22,6	0,70	26	28
12	20	15,8	21,5	0,74	26	27
13	21	15,8	20,5	0,77	26	25

14	22	15,8	19,5	0,81	26	24
15	23	15,8	18,7	0,85	26	23
16	24	15,8	17,9	0,88	26	22

Skemaet er lavet efter konkrete målinger på E157 Reykjanes (bilag 2) og vil være retningsgivende for trawlere med samme elevatordimensioner som E157 Reykjanes.

Indstilling af deleventilen, som deler oliestrømmen

Der laves en streg på akslerne til båndet i elevatorerne. Omdrejningerne i et minut tælles på de 2 elevatorer. Hvis det indbyrdes forhold ikke passer ændres indstillingen til det passer efter skemaet.

Udregningerne i ovenstående skema er lavet som følger:

$IS\% = T_{hav} + 3 \text{ døgn} * 1\% \text{ is/døgn} + 5\% \text{ sikkerhed} = 8\%$ når temperatur er 0°C .

$Is \text{ (m/min)} = (250 \text{ kg is/min}) / (0,62 \text{ kg/l}) / (3 \text{ dm} * 0,85 \text{ dm}) = 158 \text{ dm/min} = 15,8 \text{ m/min}$

$Is \text{ (omdr/min)} = (15,8 \text{ m/min}) / (0,61 \text{ m/omdr}) = 26 \text{ omdr/min}$

$Fisk \text{ (m/min)} = (250 \text{ kg/min} * 100) / (IS\%) / (0,97 \text{ kg/l}) / (4 \text{ dm} * 1,5 \text{ dm}) = 53,7 \text{ m/min}$ når $IS\%$ er 8%.

$Fisk \text{ (omdr/min)} = (53,7 \text{ m/min}) / (0,81 \text{ m/omdr}) = 66 \text{ omdr/min}$ når $IS\%$ er 8%.

Nedenstående skema viser total fiskemængde, ismængde og vandmængde afhængig af tank volumen, rejsenslængde og temperaturen. Tanken er traditionelt konstrueret og isoleret. Forudsætningen for at tallene i skemaet kan anvendes efter hensigten er, at isen kan doseres i fisken tilstrækkeligt nøjagtigt (inden for 5%), hvilket er sikkerheds %: s. Tallene bag skemaet er gennemgået i det følgende, hvor udregningerne i hvert enkelt felt er vist.

Fyldningsgraden af tanken sættes til 70% (vægt% fisk af tank volumen).

Første række i skemaet gennemgås:

Tank volumen = 50 m^3

Temperatur (fisk, vand og omgivelser) = 5°C

Fisk = 70% af 50 m^3 = 35 ton

$IS\%$ beregnes efter før omtalte ligning 1: $is\% = T_{hav} + v * d + s$

$T_{hav} = 5^{\circ}\text{C}$

Vedligeholdelses is $v = 0,5^{\circ}\text{C/døgn}$

Opbevaringstid $d = 4 \text{ døgn}$

Sikkerheds % s= 5%

is% = $5^{\circ}\text{C} + 0,5^{\circ}\text{C/døgn} * 4 \text{ døgn} + 5\% = 12\%$

Is til fisk= 12% af 35ton fisk= 4,2 ton

Vandet fylder mellemrums-volumet ud imellem fisk og is. Der er således plads til $50\text{m}^3 - 35\text{ton} - 4,2\text{ton} = 10,8\text{ton}$ vand.

Vandet nedkøles i en separat tank/last. Til dette skal der bruges følgende ismængde:

Is til vand= $m_{\text{vand}} * c_{\text{vand}} * \Delta T_{\text{vand}} / S$

m_{vand} er vandmængden= 11 ton, c_{vand} er specifik varmekapacitet for vand= $4182\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$

ΔT_{vand} er 5°C og S er is' s smeltevarme = 330000J/kg

Is til vand= $10800 \text{ kg} * 4182\text{J/kg}^{\circ}\text{C} * 5^{\circ}\text{C} / 330000\text{J/kg} \approx 0,7 \text{ ton}$

Tank Vol.	Temp	Fisk	Is til fisk	Vand	Is til vand	Isbund-lag	Tyk-kelse	Total is:
m^3	$^{\circ}\text{C}$	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	mm	Ton
50	5	35	4,2	10,8	0,7	0,5	50	5,4
50	10	35	6,0	9,1	1,1	1,0	100	8,1
50	15	35	7,7	7,3	1,4	1,5	150	10,6
50	20	35	9,5	5,6	1,4	2,0	200	12,8
100	5	70	8,4	21,6	1,4	0,5	50	10,8
100	10	70	11,9	18,1	2,3	1,0	100	16,2
100	15	70	15,4	14,6	2,8	1,5	150	21,1
100	20	70	18,9	11,1	2,8	2,0	200	25,7
150	5	105	12,6	32,4	2,1	0,5	50	16,1
150	10	105	17,9	27,2	3,4	1,0	100	24,3
150	15	105	23,1	21,9	4,2	1,5	150	31,7
150	20	105	28,4	16,7	4,2	2,0	200	38,5
200	5	140	16,8	43,2	2,7	0,5	50	21,5
200	10	140	23,8	36,2	4,6	1,0	100	32,3
200	15	140	30,8	29,2	5,6	1,5	150	42,3
200	20	140	37,8	22,2	5,6	2,0	200	51,3

Isbundlaget er i bilag 7 beregnet som kg is pr. m² pr. døgn ved en given temperatur og isolation. Antal døgn sættes til 7 (3 døgn til lastning og 4 døgn opbevaring til landing). Isolationen i bunden er traditionel $U = 0,48 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Ved 5°C bruges 0,6 kg/m² pr døgn. Bundarealet udgør 0,3 m² bund pr. m³ tank volumen. Dette er beregnet ud fra gennemsnittet af 3 udvalgte tanke i 3 forskellige størrelser.

$$\text{Bundareal } A_{\text{bund}} = 0,3 \text{ m}^2/\text{m}^3 * 50 \text{ m}^3 = 15 \text{ m}^2$$

$$\text{Isbundlag} = \text{Døgn} * A_{\text{bund}} * \text{is pr døgn} = 7 \text{ døgn} * 15 \text{ m}^2 * 0,6 \text{ kg/m}^2 * \text{døgn} = 63 \text{ kg}$$

$$\text{Højde af bundlaget} = \text{Isbundlag} / (R_{v_{\text{is}}} * A_{\text{bund}} * 100) = 63 \text{ kg} / (0,65 \text{ kg/l} * 15 \text{ m}^2 * 100) = 6 \text{ mm}$$

$$(\text{Rumvægten af is } R_{v_{\text{is}}} = 0,65 \text{ kg/l})$$

Et isbundlag af denne tykkelse er i praksis urealistisk lav. Teoretisk er der også mangler, da øget afsmeltning pga. vand i tankens bund ikke er medregnet (Dette fremgår også af bilag 7). Som minimum er det valgt at lægge 50mm isbundlag svarende til 33 kg is/m². Bundlaget øges 50mm hver gang temperaturen stiger 5°C.

$$\text{Isbundlaget vejer } 15 \text{ m}^2 * 33 \text{ kg is/m}^2 = \underline{0,5 \text{ ton.}}$$

$$\text{Total is er alle ismængder summeret op: } 4,2 \text{ ton} + 0,7 \text{ ton} + 0,5 \text{ ton} = \underline{5,4 \text{ ton}}$$

Smeltning af is i islasten inden brug er meget afhængig af den aktuelle isolering og hvor tit smeltevand i lasten læses inden brug. Derfor er denne ikke medtaget. Ekstra ismængde til at afkøle vandet når/hvis der cirkuleres gennem en direkte varmeveksler er der ikke regnet med. På E615 Ekliptika er der ca. brugt 7 ton is til afkøling af cirkulationsvand pr. rejse.

Bilag 2. Afprøvning af en "simpel" is% måler på E157 Reykjanes.

4. Sørejse. 11/11 til 25/11 1994.

Metoder: E157 Reykjanes har 2 iselevatorer og en fiskeelevator. Forudsætningen for at mængderne af is og fisk kan måles er, at elevatorerne kører med fuldt tværsnit. Dette kræver, at iselevatorene kører med lavere hastighed end normalt. Iselevatorene risikerer at gå i stå, når hastigheden sættes ned. Årsagen kan være variationer i iselevatorens tværsnit, hvorved isen komprimeres inde i iselevatoren fra den lempes i lasten til den leveres på dækket. Derfor blev der lavet en tværsnitsindsnævring på begge iselevatorer nede i lasten. De bliver derved begrænset i, hvor meget is de kan tage med op, og skulle derfor kunne køre med lavere hastighed end normalt. Til at måle hastigheden på elevatorerne blev der sat omdrejningstællere på de 3 elevatorer (8 arme på tællerne = 8 pulser pr. omdrejning på akslerne). Med dataopsamlingsudstyr i styrehuset bliver signalerne fra elevatorerne omregnet til hastighed (m elevator/min). Ud fra oplysninger om elevatorernes tværsnit (m^2) og hvordan elevatorerne fyldes med fisk og is (fyldningsgraden kg/l) omregnes signalerne til hhv. kg is/min og kg fisk/min. Heraf udregnes isprocenten $is\% = (100 * kg\ is / kg\ fisk)$.

Fiskeelevatoren er 400mm bred og iselevatoren 300mm. For ikke at få klemte store fisk i fiskeelevatoren er skovlen 150mm og en afstand på 150mm fra skovlens overkant til mellemladen. Fiskeelevatoren på E157 Reykjanes hælder ca. 45° . I iselevatoren er afstanden til mellemladen 85mm.

Den ubekendte i elevatorerne er fyldningsgraden, der bestemmes ud fra, hvor meget elevatorerne giver i et givet tilsrum. Dette sammenlignes med hvad den ideelt skulle give ud fra dimensionerne og hvor meget elevatoren har kørt.

Fyldningsgraden = $(\text{Reel afvejede mængde}) / (\text{Elevatorens tværsnit} * \text{tilbagelagt strækning})$, [kg/l]

De fundne værdier sættes ind i dataopsamlingsprogrammet, der herefter viser isprocenten, som fiskerne kan styre efter ($is\% = \text{temperatur} + \text{antal døgns opbevaring} + \text{sikkerheds}\%$). Temperaturen måles automatisk i modtagekassen, antal døgn er sat til 3 og sikkerheds% er sat til 5. Computeren anbefaler en $is\%$ og det er så op til fiskerne at regulere elevatorhastighederne så $is\%$ passer.

Rumvægten for røris er omkring 0,65 kg/l og for sild omkring 0,8 kg/l. Isens rumvægt afhænger af produktions og opbevaringsforhold og fiskens rumvægt af størrelse og

kondition. For at bestemmes rumvægten fyldes en beholder med kendt rummål (liter) med hhv. fisk eller is og efterfølgende vejes. Målemetoden ved rumvægtsbestemmelse kan være behæftet med en del fejl. Tidligere forsøg har vist at den varierer bla. efter målebeholderens udformning og hvorledes den fyldes /Olsen K. B. 1993/.

Tidligere forsøg har vist, at rumvægten af røris varierer fra 0,60 til 0,72 kg/l, hvilket giver en relativ usikkerhed på 18% /Olsen K. B. 1973/. Hvis det tænkes at der skal tilsættes 20% is til fisken skal en is% måler vise 23,6% for at give sikkerhed for at der er tilsat tilstrækkelig is til fisken.

Rumvægten af fisk og is er bestemt for at konstatere om de ligger inden for de forventede værdier.

Resultater: Sørejsen trak ud hvorved isen frøs sammen i lastrummet og gav klumper ved lempning. Derved var det ikke muligt at sætte hastigheden ned på det ønskelige under sædvanlig drift. Alle målingerne foregik under kuling, hvorved en del målinger gik tabt pga. målebeholderen gled af vægten og væltede på dækket.

Rumvægten af fisk blev bestemt til $0,93 \pm 0,03$ kg/l ved 3 forsøg. Rumvægten af is til $0,62 \pm 0,03$ kg/l ved 3 forsøg.

Der blev foretaget i alt 10 forsøg på bestemmelse af fiskeelevatoren fyldningsgrad hvoraf kun de 4 forsøg lykkedes pga. vejret.

Fiskeelevatorens fyldningsgrad blev bestemt til $0,97 \pm 0,01$ kg/l i 2 forsøg ved hhv. 29,0 m/min og 34,9 m/min svarende til hhv. 1688 og 2031 kg/min. Forsøgene blev foretaget med en næsten fuld modtagekasse. Når modtagekassen var ca. halvt fuld blev fyldningsgraden bestemt til $0,36 \pm 0,01$ kg/l i 2 forsøg ved hhv. 38 og 44 m/min svarende til hhv. 821 og 950 kg/min. Mængden som fiskeelevatoren giver er meget afhængig af hvor meget fisk der er i modtagekassen. Hvis der holdes konstant højt niveau i modtagekassen skulle bestemmelsen af fiskemængden være tilstrækkelig præcis og konstant. Det er nødvendigt af udføre flere forsøg for at få tilstrækkelig nøjagtighed. De (for få) bestemte værdier er meget konstante selv om elevatorens hastighed er forskellig.

Iselevatorens fyldningsgrad blev bestemt til 0,2 kg/l ved et forsøg på land inden rejsens start. Værdien blev urealistisk lav hvilket må skyldes manglende fyldning (lasten var fyldt op med is). Det blev forsøgt at bestemme fyldningsgraden 5 gange på rejsen. Dette

lykkedes ikke pga. isens beskaffenhed og problemer med at få hele ismængden taget fra elevatorerne i søgang (værdierne lå på $0,17 \pm 0,4$ kg/l).

De fundne værdier blev indtastet i dataopsamlingsudstyret. For iselevatoren blev isens rumvægt (0,62 kg/l) brugt som fyldningsgrad i mangel af bedre. Efterfølgende har trawleren foretaget 2 sørejser, hvor de har prøvet systemet i praksis.

Afprøvningen af systemet blev ikke en succes, da de ikke kørte tilstrækkeligt langsomt med iselevatorerne til at de kunne holdes fyldt. De havde 2 lange rejser, hvor isen blev klumpet ved lempning, og de har derfor ikke kunnet køre langsomt med iselevatorerne. Iselevatorerne går i stå ved lave hastigheder når isen er klumpet.

Konklusion: Hvis systemet skal kunne fungere i praksis skal det være muligt for fiskerne, der lempes is i lasten, at starte/stoppe is- og fiskeelevatoren. Elevatorerne skal stoppes i det øjeblik iselevatoren ikke kan holdes fyldt. Når en passende ismængde er hugget fri, skal det være muligt at starte elevatorerne igen. Det er ikke muligt nu og pga. støj har de ingen mulighed for at råbe op til bedstemanden på shelterdækket fra islasten. Dette må være en af forudsætningerne for at systemet kan køre i praksis. Løsningen kan være en sender, båret på manden i lasten, med mulighed start og stop af elevatorerne. Dette er der faktisk også planer fremme om af bla. sikkerhedshensyn.

Det skal være muligt at køre med lav hastighed på iselevatoren uden den går i stå. Den indsnævring, der blev foretaget på iselevatorerne i lasten, har ikke været tilstrækkelig til at det har kunnet lade sig gøre at køre langsomt med klumpet is. Det er muligt at ændre hydraulikmotoren, der driver elevatoren, så motoren har større drejningsmoment ved lave omdrejninger. Hvis det ikke løser problemet kan løsningen være at udvikle en isknuser som placeres ved elevatoren i lasten.

En hindring for en anvendelse af den simple is%-måler i fiskeriet er, at fiskerne ønsker at få fisken ombord så hurtigt som muligt. Når der er fisk at fange, er det ofte afgørende at kunne fiske hurtigt igen. Desuden påstår fiskere, at det er meget afgørende for fiskenes kvalitet, specielt i dårligt vejr, at de kommer hurtigt ombord så de ikke bliver slidt i posen, som ligger op ad skibssiden til fangsten er løftet ombord. Det kan diskuteres, om det har stor betydning, da sild, efter opbevaring i en tank, alligevel ikke har skæl på.

Samlet vurderes det dog at fiskerne vil acceptere en lidt mindre kapacitet mod at få

sikkerhed for, at der er tilsat tilstækkelig is til fisken.

Der blev foretaget for få målinger af fyldningsgrader på fangstrejsen. Der bør laves flere målinger og det skal under forsøgene sikres, at det er muligt at arbejde fornuftigt i dårlig vejr.

Fiskerne har været meget positive overfor, at elevatorernes hastighed kunne styres efter den reelt målte mængde i elevatorerne, som det er muligt at gøre ved at indsætte en radioaktiv kilde af meget svag styrke i elevatorerne med tilhørende måler og styringsaggregat. Princippet er gennemgået i bilag 3.

Bilag 3. Måling/styring af isdosering vha. radioaktiv absorption.

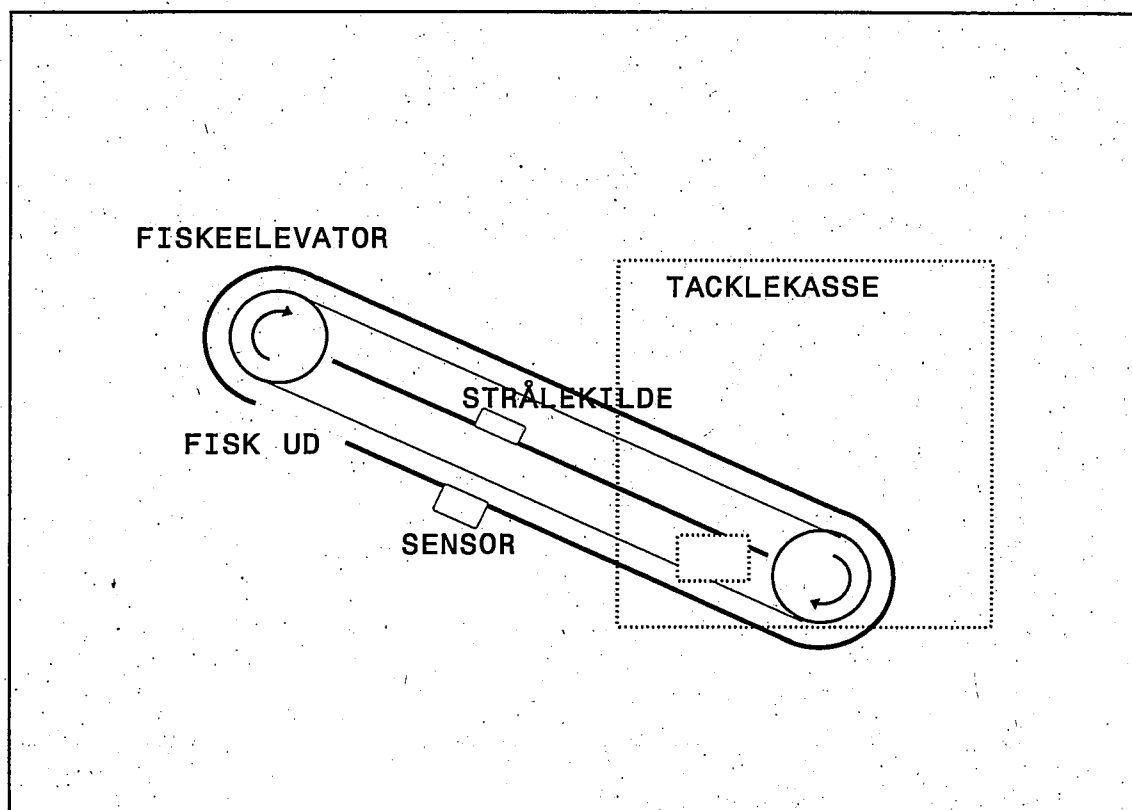
Massemåling af is og fisk ombord på fiskeskibe kan foregå vha. en svag radioaktiv kilde placeret i elevatorerne. Systemet bruges i dag til massemåling af bla. korn og mælk, som foregår ved at måle absorptionen af strålingen fra kilden gennem et tværsnit. Målemetoden er uafhængig af de bevægelser, der er på et skib og vægten af fisk eller is, der passerer sensorerne, måles direkte. Der er ingen sundhedsmæssige risici ved at benytte en radioaktiv kilde til målingen, da styrken af strålekilden er meget svag og langt under det tilladelige niveau. En væsentlig fordel ved dette system er prisen, samt at det ikke skader fisken, hvorved det kan bruges til massemåling af både industri- og konsumfisk. Ved blandet fiskeri, som netop sildetrawlerne har, er det en stor fordel at vejssystemet, kan bruges ved begge fiskerier.

Et forprojekt er blevet udført af FORCE institutterne (Division for Apparat- og Sensortechnologi) for at vurdere målemetodens anvendelighed. Konklusionen af dette er, at målemetoden er anvendelig til vægtmåling af fisk og is i de eksisterende elevatorer ombord på trawlerne. Installationstiden bliver kort i forhold til de eksisterende computerissystemer, da kun toppen af elevatorerne skal ændres til at indeholde strålkilde og sensor. Prisen for et samlet computerissystem vurderes herved at kunne halveres i forhold til de nuværende systemer, hvorved tilbagebetalingstiden kommer ned på omkring 1 år (ved fangst af industrifisk). Den skønnede pris for et salgsbart anlæg vil ved 10 stk andrage max. kr 310.000. Udbredelsen af computerissystemet er idag begrænset til de 3 trawlere. At en større udbredelse ikke har fundet sted endnu, skyldes muligvis investeringens størrelse og installationstiden, men også problemer med driftssikkerhed og en mindre kvalitetsforbedring end ventet og teoretisk muligt (påvirker tilbagebetalingstid). En øget udbredelse til de 150-200 trawlere, der kan have fordel af systemet, vil sikres når prisen på det samlede system halveres. Samtidig opnås der sandsynligvis en større præcision i isdoseringen ved en direkte vægtmåling på systemet.

Beskrivelse af målemetoden:

Måleprincippet er at en sensor måler strålingen fra en strålekilde. γ -stråling fra en Am-241 (Americium) eller Cs-137 (Cæsium) kilde. Strålingen, som sensoren måler, vil aftage (absorberes) jo mere is eller fisk der ligger mellem strålekilde og sensor. Dette kan omregnes direkte til vægt for hhv. is og fisk. Absorptionen fra den radioaktive kilde afhænger af hydrogenindholdet i fisken, endvidere kan størrelsesvariationen have en

minimal indflydelse, men det skønnes fra FORCE instituttet ikke at have en samlet indflydelse over 2% i vægtmålingen. Da man idag indtaster den aktuelle fiskeart i systemet kan dette udnyttes til at korrigere for varierende hydrogenindhold, hvis det bliver nødvendigt. Tværsnittets højde i de største fiskeelevatore er 400mm. Med en Am-241 strålekilde vil der kunne måles over et tværsnit på 350mm, med en Cs-137 kilde op til 500mm tværsnit. Ulempen ved den stærkere kilde Cs-137 er at der kræves en særlig afskærmning af kilden og at den er relativ dyr. Am-241 er billigere, velforprøvet og godkendt af myndighederne. Am-241 vælges som strålekilde. Installationen af strålekilde og sensor udføres i princippet som angivet på figur 3 (fiskeelevatoren).



Figur 1. Installation af strålekilde og sensor på fiskeelevators.

Strålekilden monteres på mellemladen inde i elevatoren og sensoren udenpå. Tilsvarende installation udføres på iselevatoren.

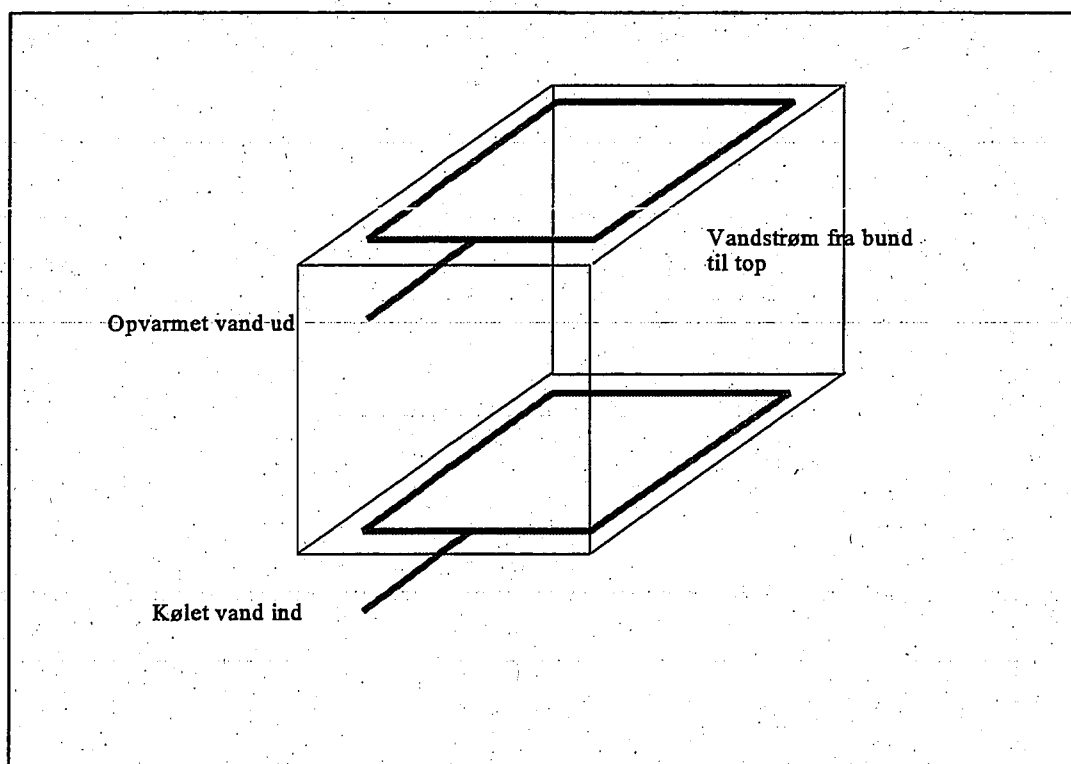
Udviklingstid og pris.

Fra et udviklingsprojekt går i gang vil der gå ca. 7 mdr. inden anlægget er færdigudviklet og gennemprøvet. Det samlede udgifter til udviklingen vil udgøre ca. 800.000 kr.

Bilag 4. Konstruktion af tanke og cirkulationssystem på E615 Ekliptika.

En af forudsætningerne for at kunne beregne mængden af kølet havvand, der skal cirkuleres ved tanksiderne er kendskab til varmeledningen gennem tanksiderne. E615 Ekliptika har 3 CSW-tanke og én istank (til køling af cirkulationsvandet). Det kølede havvand skal pumpes ind ved tankenes bund (ved siderne hele vejen rundt) og suges ud fra toppen (ligeledes ved siderne).

Figur 1 viser udformningen af cirkulationssystemet i en tank.



Figur 1 Cirkulationssystemet i en tank.

Følgende forudsættes for beregning af varmetransmissionen: Havvandtemperaturen er 12°C, maskinrumstemperaturen er 30°C, temperaturen mellem tanke er 5°C og tanktemperaturen er 0°C. Varmegennemgangstallet U for tanksiderne er 1,522 W/m²*°K. Varmegennemgangstallet er bestemt ved praktiske forsøg for en tankvæg med 102 mm polyurethanskums-isolering og forbindelse mellem inderklædningen (glasfiberbelagt finérplade) og spant (stål) /Kolbe E. et al. 1985/. Beregningsudtrykket for varmeledningen er følgende: $Q/dt = U \cdot A \cdot dT$, hvor Q/dt er varmeledningen pr. tidsenhed, A er arealet af de aktuelle flader og dT temperaturforskellen. Den nødvendige

vandcirkulation M beregnes ud fra: $Q/dt = M \cdot c \cdot dT \Rightarrow M = (Q/dt)/(c \cdot dT)$, hvor den tilladelige opvarmning af cirkulationsvandet dT er valgt til $0,2^\circ\text{C}$ og c er varmekapaciteten for vand.

Varmetransmissionen og vandcirkulationen E615 Ekliptikas tanke er vist i nedenstående skema.

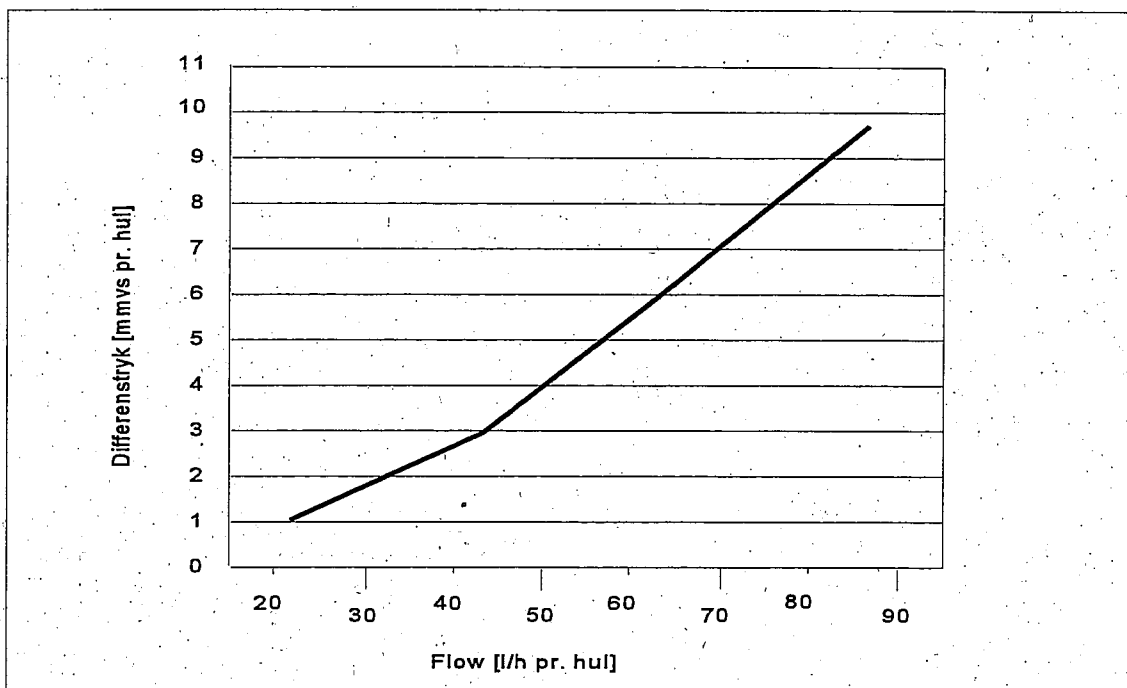
Side tank.	Varmetransmission (W)	Vandstrøm (l/h)
Mod maskinrum:	342	1474
Mod andet skot:	171	737
Mod hav:	486	2093
Mod anden tank:	203	872
Total:	1202	5176
Center tank.	Varmetransmission (W)	Vandstrøm (l/h)
Mod maskinrum:	514	2211
Mod andet skot:	205	884
Mod anden tank:	203 (*2)	872 (*2)
Total:	1125	4839
Total for alle 3 tanke:	3529	15191

Dertil kommer varmen, som kommer ind i istanken ialt 1333 W. Hvis det antages, at et fisketogt varer 4 døgn vil der i dette tidsrum forbruges 5026 kg is til at nedkøle cirkulationsvandet, dvs. fjerne den varme som trænger ind i tankene fra omgivelserne (smeltevarme for is, S er 334,9 KJ/kg). Denne ismængde skal lastes i istanken. For at få nedkølet cirkulationsvandet i istanken er recirkulationen af vandet gennem denne valgt til 7500 l/h.

Cirkulationssystemet er udformet som vist på figur 2, vandflow er indtegnet.

samlede tryktab i røerne ikke over $\frac{1}{2}$ mVS og tryktabet over hullerne i cirkulations-systemet omkring 1 mVS.

Der er udført forsøg for at finde trykfaldet over et 6 mm hul. Figur 3 viser trykfaldet pr.



Figur 3 Differenstrykket over et 6 mm hul i et rør afhængig af flowhastighed.

hul (differenstrykket), hvor der pumpes vand ud af 6 stk 6 mm huller i et rør nedsænket i en vandfyldt container. Ved 77 l/h bliver tryktabet pr. hul ca. 0,008 mVS pr. hul, for en hel tank da 0,52 mVS, så det samlede tryktab vil ligge i denne størrelsesorden. Pumpen som trawleren har ombord er en Desmi SL-125-265 centrifugalpumpe. Den er egentlig beregnet til at lænse tankene med og har derfor rigelig kapacitet. Pumpen kan køre med 2 forskellige omdrejningshastigheder (980 og 1450 omdr/min). Ved lav hastighed og en kapacitet på 23 m³/h giver den et løftehøjde på 5,5 mVS hvilket er rigeligt til systemet. Om pumpen er så stor, at det er for vanskeligt at regulere systemet ind, kan først afgøres ved forsøg.

Fordeling af huller i cirkulationssystemet:

Da der ikke skal cirkuleres med samme vandmængde over den enkelte side bliver der også forskelligt hulantal på den enkelte side.

For de 2 sidetanke bliver der følgende hulfordeling:

Samlet 5176 l/h gennem 65 huller giver 79,63 l/h pr. hul

Maskinskot: 1474 l/h= 19 huller

Modstående skot: 737 l/h= 9 huller

Side mod hav: 2093 l/h= 26 huller

Side mod anden tank 872 l/h= 11 huller

Ialt: 65 huller

For centertanken bliver der følgende hulfordeling:

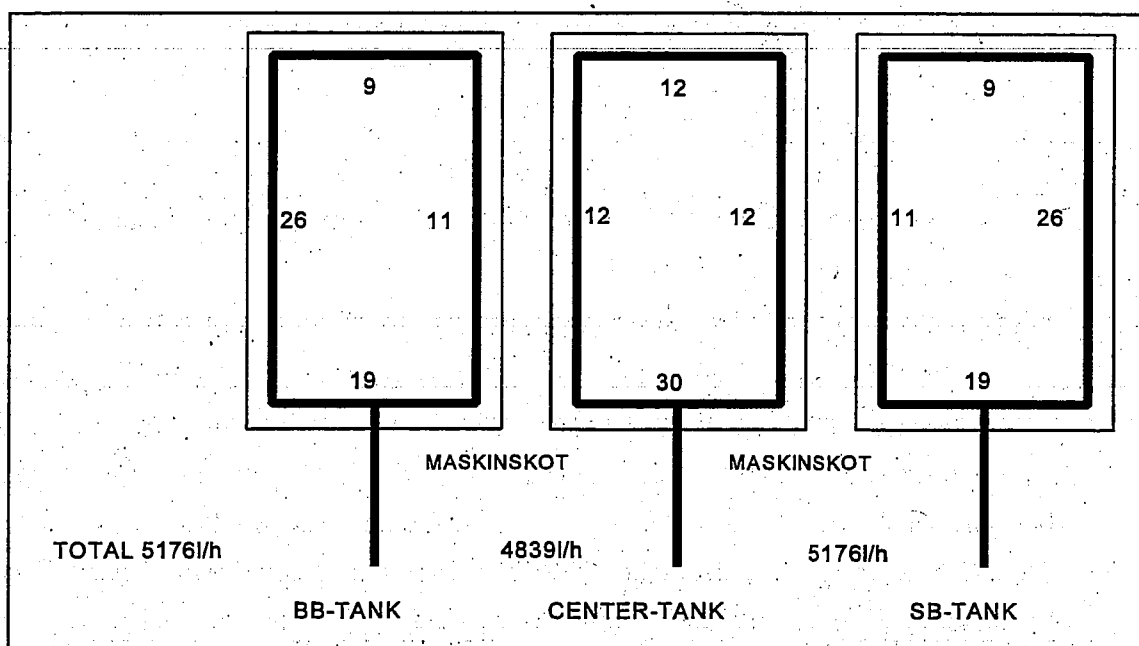
Samlet 4839 l/h gennem 65 huller giver 74,45 l/h pr. hul

Maskinskot: 2211 l/h= 30 huller

Modstående skot: 884 l/h= 12 huller

Siderne mod de andre tanke 2x 872 l/h= 2x 12 huller

Ialt: 66 huller



Figur 4 Fordeling af huller i cirkulationssystemet

En oversigt over hulfordelingen i de enkelte tanke er vist på figur 4. Når vandet skal tilbage til pumpen løber det i 80 mm rør igen. Sugeristene skal ligge i toppen af tankene hele vejen rundt ved siderne og består af perforerede plader (6 mm huller). Vandet løber, vha. tyngdekraften, tilbage til pumpen igen, idet tanken fyldes op til svanehalen hvilket giver en højdeforskel mellem sugeriste og svanehals på ca. 1 m og trykfaldet i rørene er meget lille. Pumpen er placeret i højde med tankenes bund. Ved 23 m³/h har

pumpen et effektforbrug på 1,3 kW; denne effekt vil i sidste ende blive transformeret til varme og svarer til 4680 kWh eller omregnet 14 kg is i timen. På 4 døgn med konstant pumpedrift bliver dette til 1350 kg is som ydermere skal tilsættes istanken. En pumpe som er tilpasset det aktuelle vandcirkulationsbehov vil ikke have et ret stort effektforbrug. Det vælges indtil videre at bruge den eksisterende pumpe, da det endnu ikke er sikkert, at de beregnede vandcirkulationsmængder giver den ønskede afkøling af tankvæggene.

Vandcirkulationsforsøg i container.

Formål.

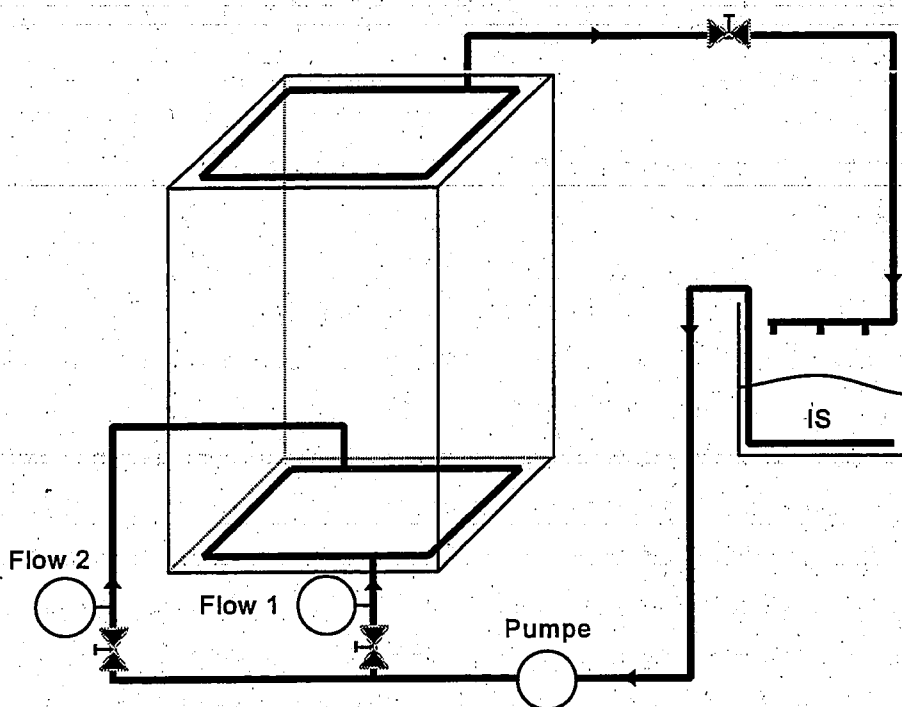
Formålet med forsøget er at bestemme hvor meget afkølet havvand der skal cirkuleres langs en containers sider for, at det afkølede havvand optager den energi, som kommer ind i containeren fra de ydre overflader. Udgangspunktet er en teoretisk beregning af hvor meget vand der skal cirkuleres.

Materialer/metoder.

Figur 5 viser en skitse af opstillingen. Cirkulationssystemet er opbygget efter samme princip som på E615 Ekliptika. Rørsystemet er lavet i 20mm PVC rør og trykslanger. Vandets flow langs containerens sider kan varieres ved at variere pumpens omdrejningshastighed og ved at variere vandstrømmen til hver side af containeren (2 delsystemer A og B). Vandflowet kan måles til hvert delsystem. Der bruges "model"-fisk til forsøget bestående af plastikflasker på hhv. 400 og 600 ml der er fyldt med 4% saltvand for at give samme opdrift som sild i forhold til havvand (ca. 3,5%). Containeren er udstyret med temperaturløbere langs 2 modstående sider. De er placeret 50, 500, 1000 og 1500 mm over det rør hvor vandet pumpes ind i tanken. Det er valgt at bore 6 stk 3 mm huller i hver side af containerens cirkulationsrør ialt 24 huller. Temperaturen måles endvidere udenfor containeren, i isreservoiret, i midten af containeren og når vandet kommer ud ad containerens top.

Varmetransmissionen gennem containerens sider:

Ved forsøg er det bestemt at containeren forbruger 10 kg is pr. døgn for at holde vand nedkølet til 0°C ved en udetemperatur på 10°C /Olsen K. B. 1978/. Containerens indvendige mål er: Højde 2050mm, bredde/dybde foroven 830mm x 830mm, bredde/dybde forneden 770mm x 770mm. Rumindhold= 1,36m³. Totalt flademål= 8,01m². Isforbruget svarer til 3348,8 kJ/døgn ved 10°C. Omregnet til varmegennemgangstal ($U=Q/A \cdot dT$) bliver det 0,484 W/m²°C (containeren er isoleret og konstrueret uden kuldebroer). Hvis det tillades at opvarme det cirkulerende vand 0,2°C (fra vandet



Figur 5 Forsøgopstilling til vandcirkulationsforsøg i container.

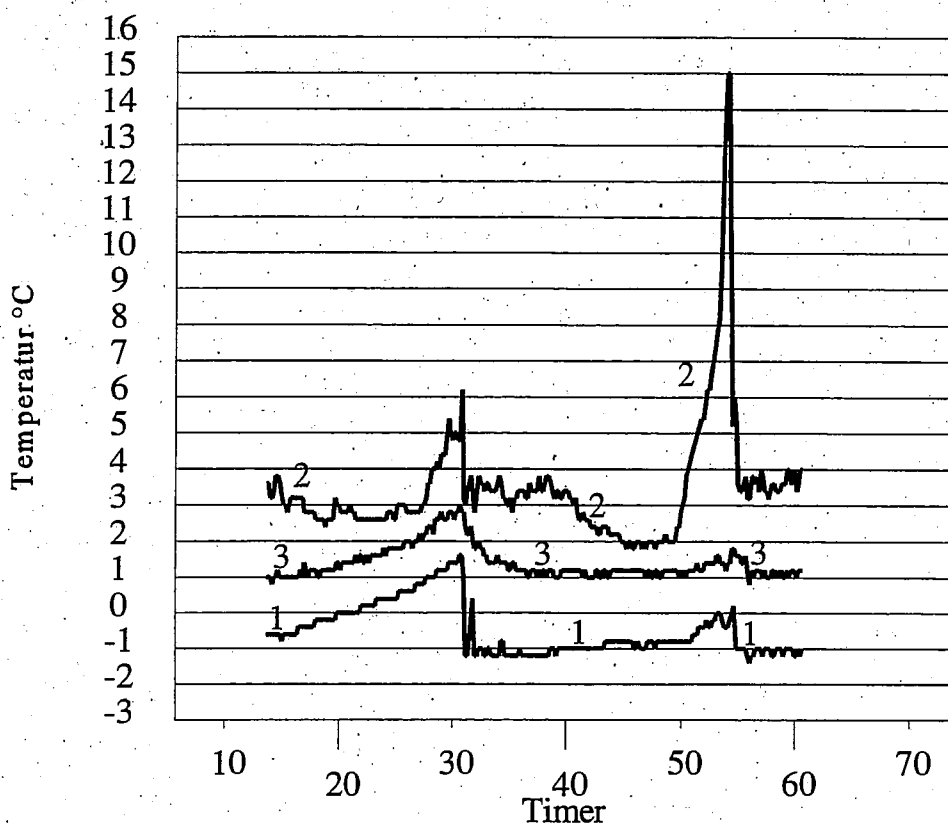
kommer ind i tanken, til det kommer ud igen) bliver den nødvendige vandcirkulation på 2 sider i containeren 70 l/h. De 2 flowmetre, som er indsat i hver af de 2 delsystemer, har måleområde mellem 0 og 100%, hvor 100% svarer til 260 l vand i timen. 70 l/h svarer til 27% på flowmetret.

1. delforsøg.

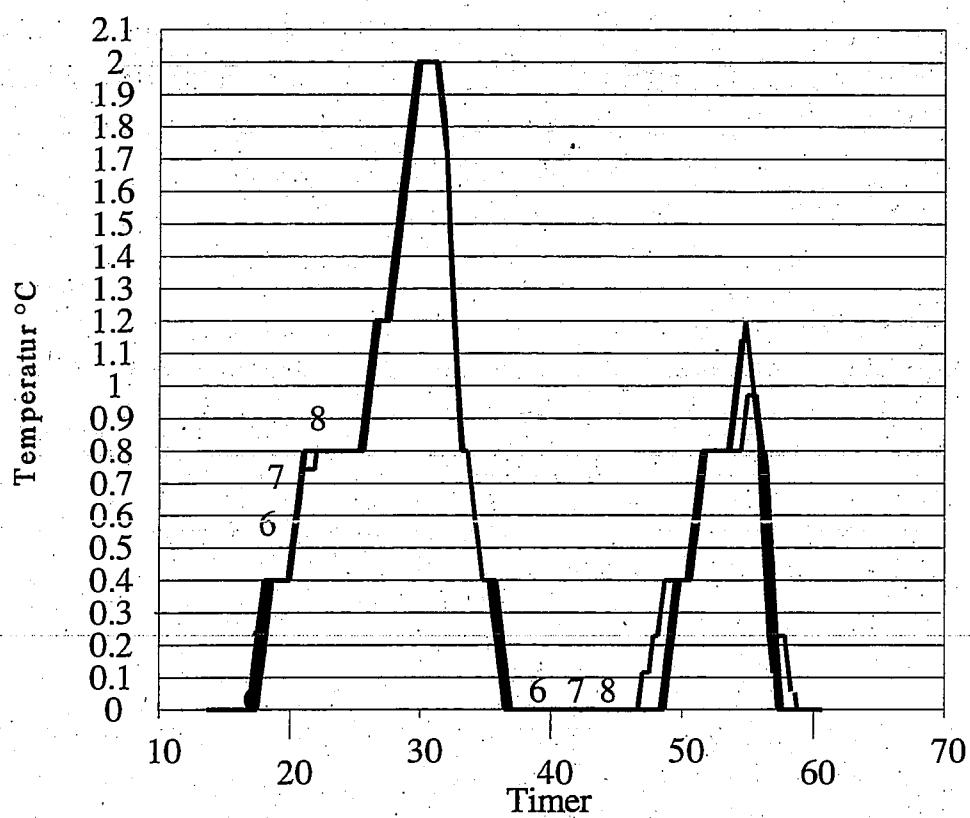
For at få hele systemet kølet ned til 0°C blev der blandet is i containeren da denne blev fyldt med plasticflaskerne (967 blandede flasker ialt). Det viste sig at flaskerne kun fyldte containeren 1200mm op, så føleren placeret 1500mm over indpumpningsrøret ikke kan benyttes. Containeren blev til sidst fyldt op med 3% saltvand nedkølet til under 0°C . Der blev pumpet luft ind i containerens bund for at udjævne evt. lokale temperaturforskelle. Vandflowet i de 2 delsystemer blev til start begge indstillet til 260 l/h (100%). Isreservoiret blev fyldt med ca. 100 kg is.

Resultater delforsøg 1.

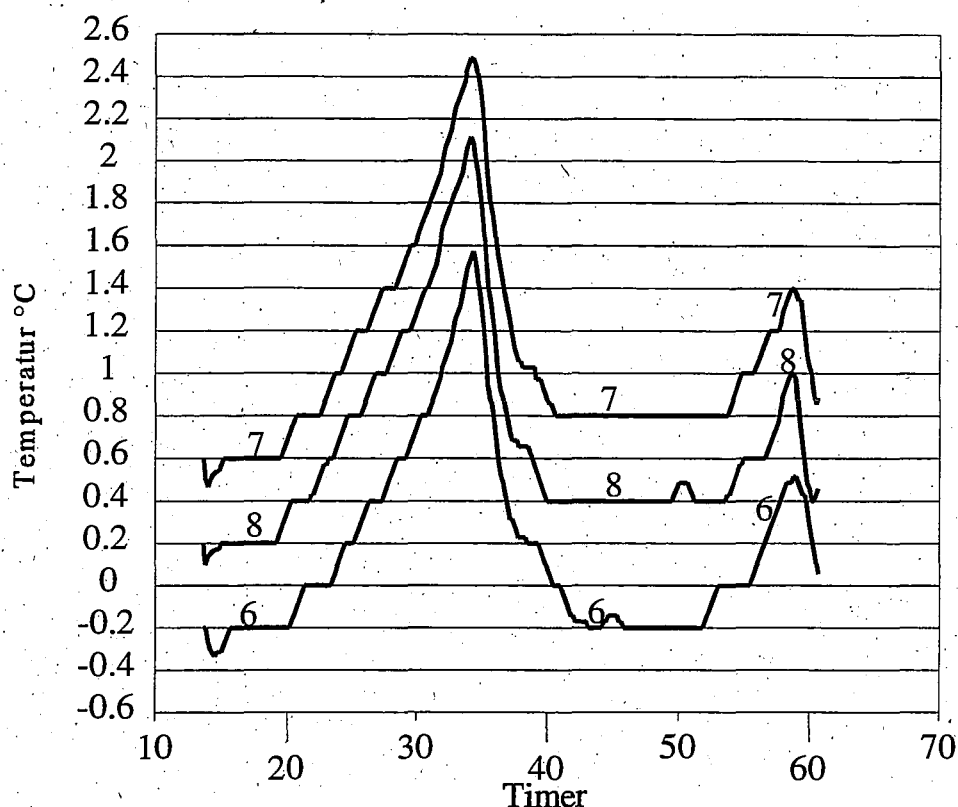
Figur 6 viser temperaturen i isreservoir, midt i containeren og når vandet kommer ud af containeren. Målingen af udetemperaturen gik tabt pga. fejl i et måleinstrument.



Figur 6 Temperaturmålinger. 1= midt i containeren, 2 = vand fra container, 3= vand fra isreservoir.



Figur 7 Temperaturmåling i delsystem A. De 3 kurver er sammenfaldende. 6= 1000-mm, 7= 500mm og 8= 50mm over rør.



Figur 8 Temperaturmålinger i delsystem B, 6= 1000mm fra rør, 7 = 500mm, 8 = 55mm.

Figur 7 og 8 viser temperaturmålingerne langs siderne i delsystem A og B. Fra 13 til 35 timer stiger temperaturen i hele containeren jævnt fra 0° til 2°C som følge af at isen i reservoiret ikke blandes tilstrækkeligt med cirkulationsvandet og isen bruges hurtigere end forventet. Efter 35 timer etableres der luftomrøring i reservoiret og det fyldes op med is. Flowmeter A og B indstilles på hhv. 260 l/h og 130 l/h (100% og 50%) og temperaturen falder derefter ned til 0°C. Ved side B er temperaturen dog mellem 0° og 1°C. Efter 46 timer går cirkulationen i stå da pumpen får luft ind fra reservoiret og temperaturen stiger ca. 1°C i løbet af de næste 10 timer. Forsøget sluttet herefter pga. manglende is. Temperaturen midt i containeren er, efter luftomrøringen er etableret, konstant under 0°C.

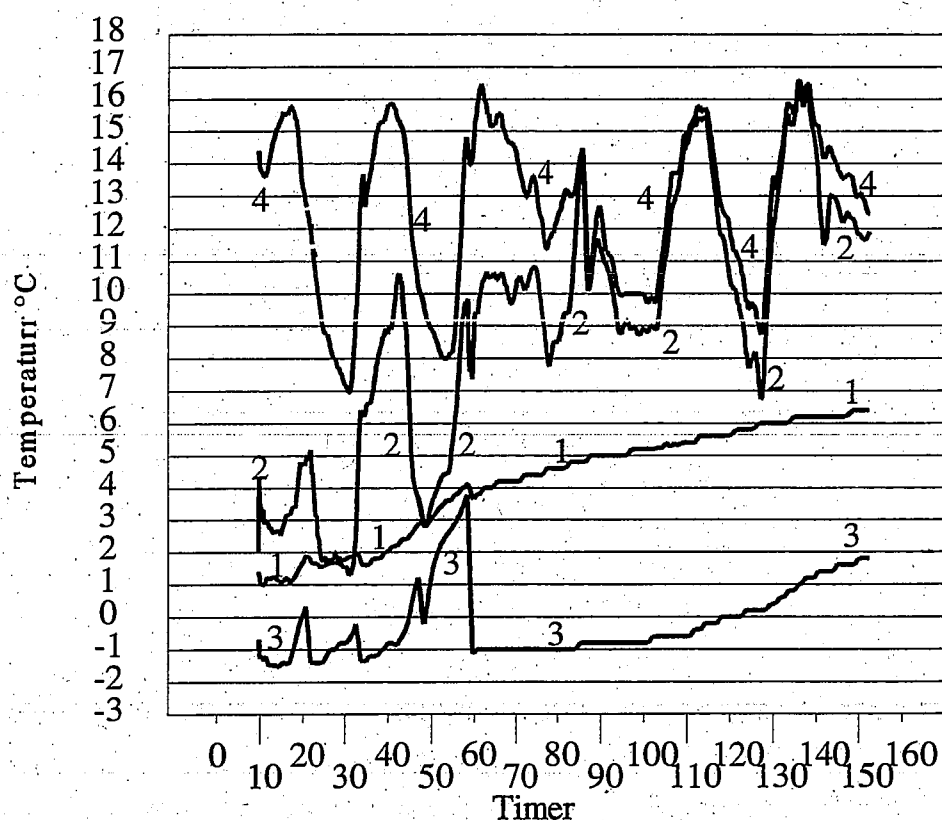
Diskussion af resultater:

Ved 260 l/h kan temperaturen på hele siden holdes nede på 0°C, hvor der er lidt større variation mellem de 3 målepunkter (50mm 500mm og 1000mm) forskel (0-1°C) når der cirkuleres med 130 l/h. Umiddelbart ser det ud til at det kan lade sig gøre at skabe tilstrækkelig cirkulation ved containerens sider ved 130 l/h, men der er for mange

forsøgsfejl til at resultaterne kan bruges til andet end vejledende vurderinger.

2. delforsøg.

Containeren blev først kølet ned til omkring 0°C ved kraftig cirkulation med kølet vand og luftomrøring i containeren. Temperaturen i containerens midte var fra start 1°C , langs siderne mellem $-\frac{1}{2}^{\circ}$ og $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$.



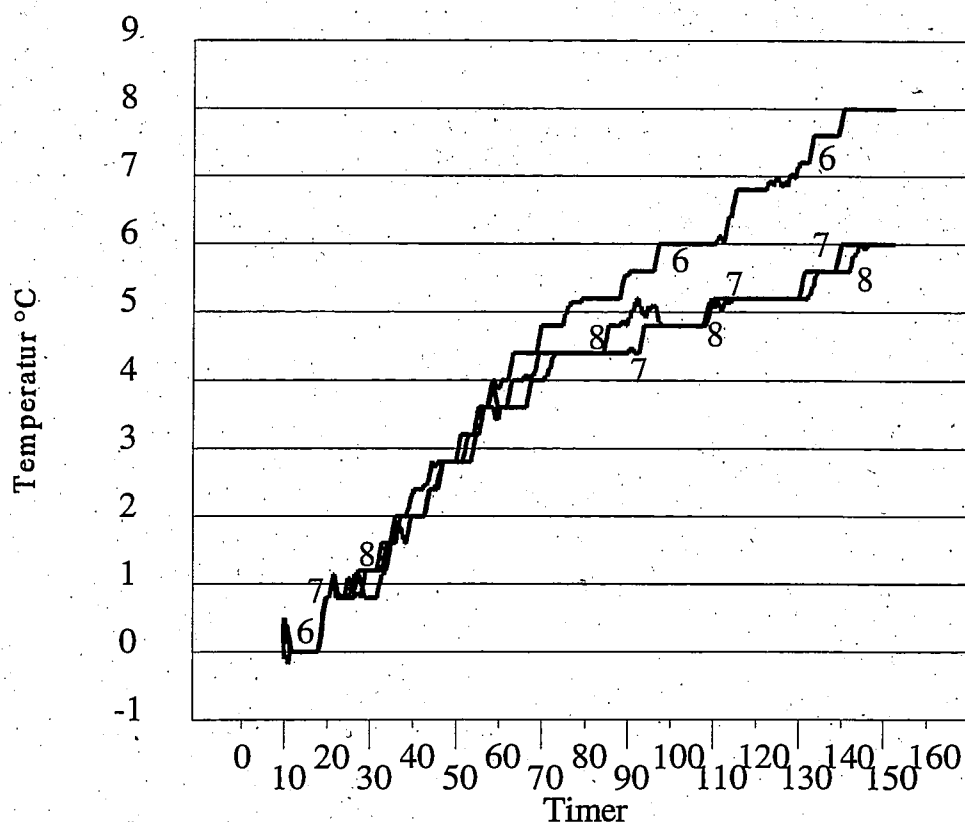
Figur 9 Temperaturmålinger. 1= midt i containeren, 2= vand fra containeren, 3= vand fra isreservoir, 4= udetemperatur.

Resultater delforsøg 2.

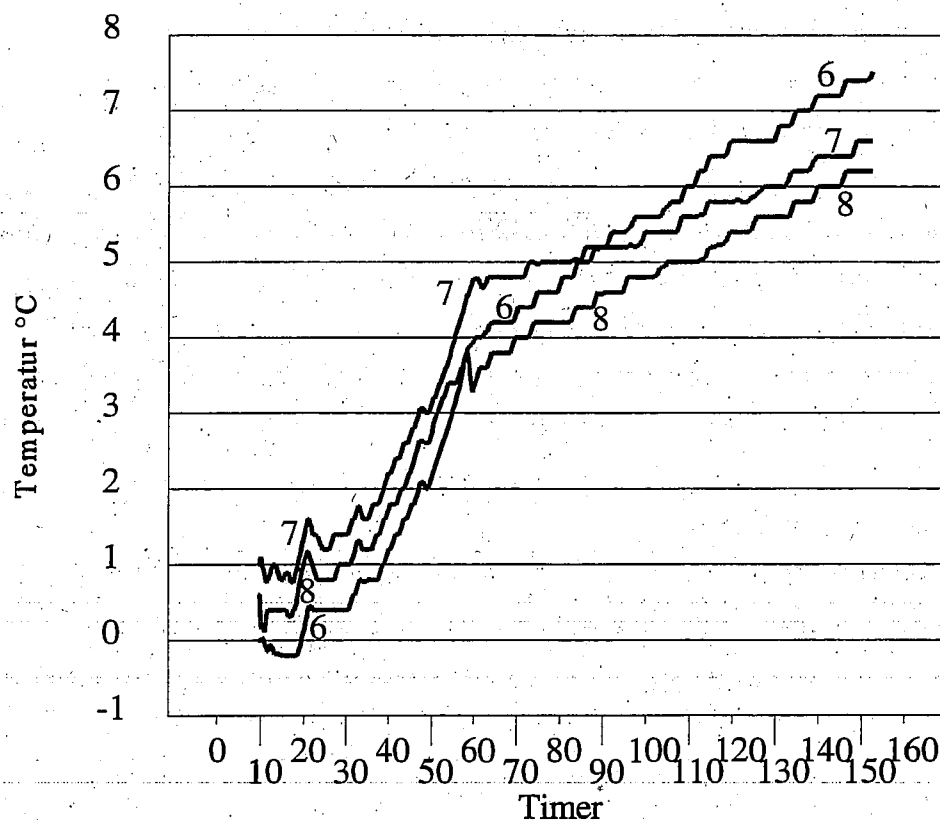
Figur 9 viser temperaturen midt i containeren, når vandet kommer ud af containeren, når vandet kommer ud af isreservoiret og udtemperaturen. Figur 10 og 11 viser temperaturmålingerne langs siderne i delsystem A og B. Flowmetrene A og B indstilles på 130 l/h og 65 l/h (50 og 25%). Selvom isreservoiret fyldes op hver 12. time falder temperaturen ikke men stiger langsomt. Efter 42 timer slipper isen op og temperaturen stiger kraftigere indtil 58 timer hvor pumpen stoppes. I de følgende timer observeres temperaturen når containeren ikke røres, den stiger med ca. $0,03^{\circ}\text{C}$ i timen (2°C på 65 timer). efter 150 timer stoppes forsøget. Gennemsnittet af udtemperaturen i de første 58 timer var $11,8^{\circ}\text{C}$, i de sidste 92 timer $13,1^{\circ}\text{C}$.

Diskussion af resultater.

Det lader til at det er nødvendigt med cirkulationsmængder over 130 l/h (50%) for at kunne holde temperaturen nede ved containerens sider, dvs. ca. det dobbelte af det teoretiske nødvendige. Forsøget bør gentages hvor tilstrækkelig is er til rådighed og det



Figur 10 Temperaturmålinger i delsystem A. 6= 1000mm, 7= 500mm og 8= 50mm over rør.

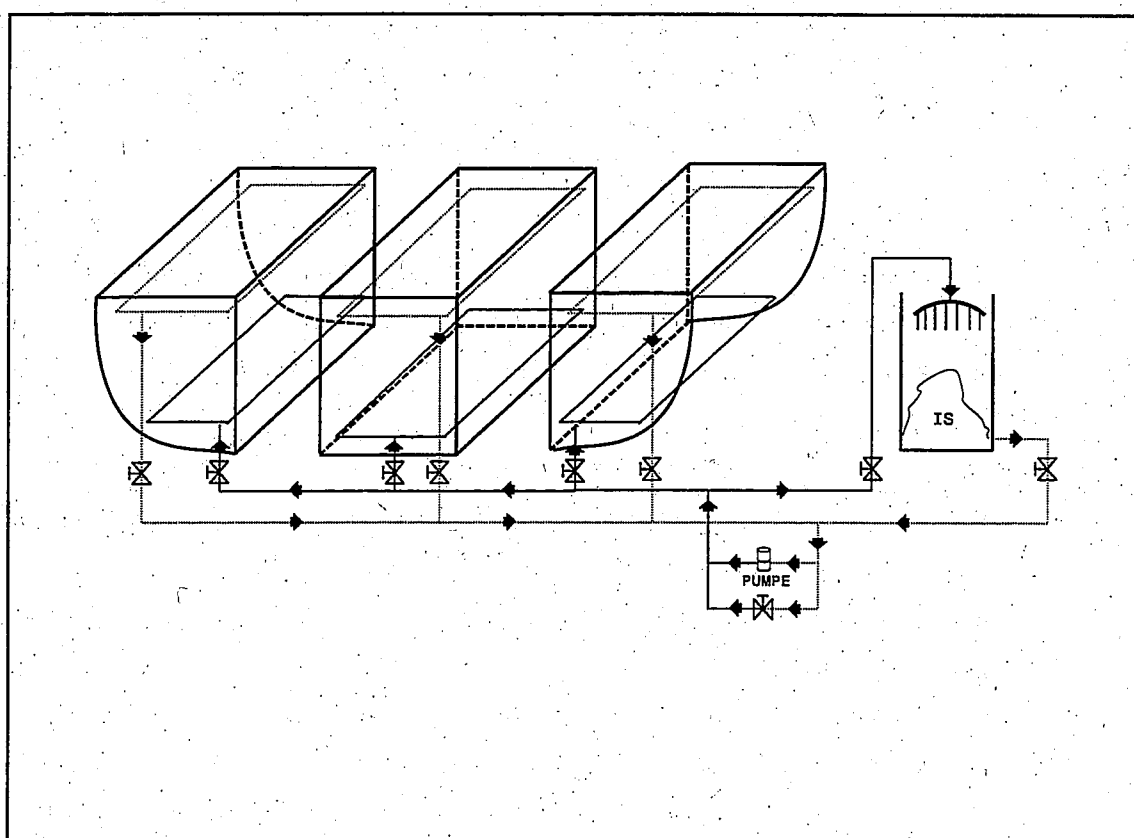


Figur 11 Temperaturmålinger i delsystem B. 6= 1000mm, 7= 500mm og 8= 50mm over rør.

sikres at containeren er nedkølet ensartet til under 0°C inden forsøget startes. Afprøvningerne af fuldskala udgaven på E615 Ekliptika startede umiddelbart efter andet delforsøg. Det blev besluttet at afbryde forsøgsrækken til fordel for fuldskalaforsøgene.

Bilag 5. Afprøvning af det nye cirkulationssystem ombord på E615 Ekliptika.

Formål: Formålet med afprøvningen af cirkulationssystemet er at påvise om cirkulation af kølet havvand kan holde temperaturen nede ved tankenes sider som ønsket. Målet er konstant at cirkulere vandet i samtlige tanke på én gang, for at fjerne den varme, som kommer ind i tankene udefra. Vandets temperatur holdes nede ved, at opblende det med koldt vand fra et isreservoir (direkte varmeveksler). Systemet skal være enkelt at betjene for mandskabet ombord. Figur 1 viser det samlede cirkulationssystem ombord med pumpe, rørforbindelser og ventilbatteri.



Figur 1 Det samlede cirkulationssystem på E615 Ekliptika.

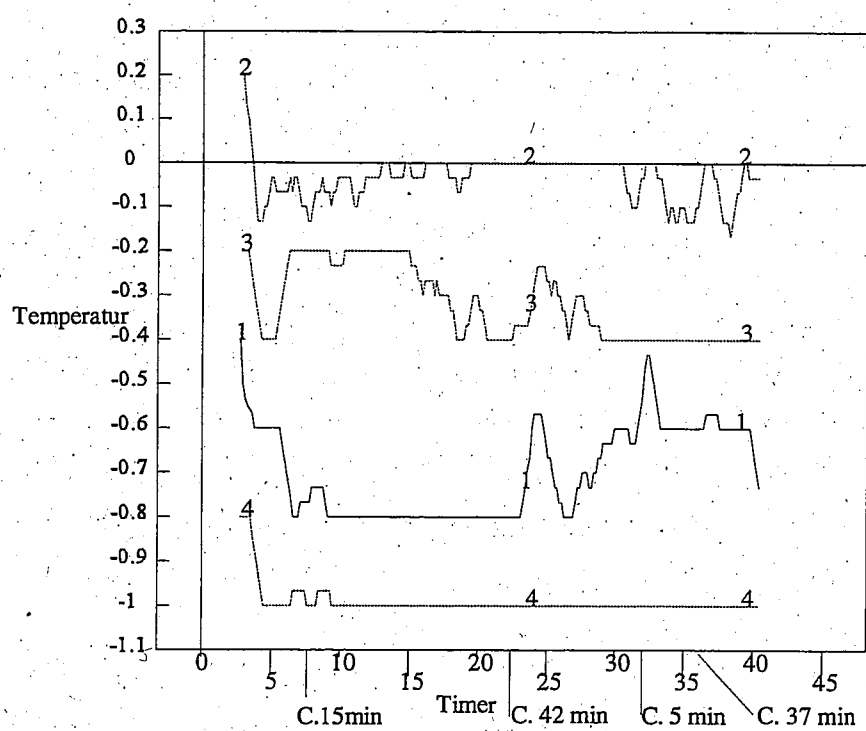
1. Rejse. 12/10 til 19/10 1993.

Metoder: På svanehalsene til hver tank blev monteret en ventil (3 stk i alt). Princippet, der i første omgang skulle reguleres efter, var at der skulle komme en lille mængde vand ud af ventilerne hele tiden for kontrol af, at der var tilstrækkelig vandmængde i tanken. Cirkulationssystemet blev først afprøvet i havnen. En mindre mængde vand blev fyldt i

bunden af tankene, for at afprøve om det kunne lade sig gøre at få vand ud i den yderste ende af tankene. Udgangspunktet var 5 m³/h pr. tank. Med ca. 100mm vand fyldt i tankene kunne vandflowet ud igennem de enkelte huller i cirkulationssystemet observeres. Der var mærkbar forskel i vandflowet fra hullerne tættest på maskinskottene i de 3 tanke. Årsagen skyldes sandsynligvis større trykfald i rør og bøjninger og over hullerne end forventet. Derfor blev vandmængden sat op indtil vandet ud af hullerne stod lige højt hele vejen rundt i bunden af tankene. Ved 15 m³/h var vandflowet lige stort over hele tanken. Derfor blev det valgt at fortsætte forsøgene med de øgede vandmængder (15 m³/h pr. tank). Herefter blev alle 3 tanke fyldt helt op med vand og det lykkedes at få de 3 tanke til at køre stabilt med 15 m³/h pr. tank. Da samme indstilling skulle forsøges med fisk og is i tankene på den efterfølgende rejse viste det sig, at forholdene var ændret. Således var det helt umuligt at opnå en stabil tilstand i tankene når der blev cirkuleret vand i 3 tanke med én pumpe. Årsagen kan være bådens rulninger og evt. større modtryk fra fisk og is i tanken. Efter et døgn med afprøvning af diverse indstillinger af ventiler blev konstant cirkulation i tankene opgivet. Det var ikke muligt at lukke tankene tæt til pga. at kablerne fra temperaturfølerne gik gennem tankenes luger, som derfor kun kunne lukkes på klem. Da cirkulationssystemet havde kørt et stykke tid viste det sig, at flowmetrene stoppede til med de iskrystaller, som efter et stykke tid cirkulerer med vandet rundt i rørene. Flowmetre af den anvendte type (SIGNET low-flow 2530-op) kan altså ikke bruges til måling i systemer, hvori der kan forekomme iskrystaller eller andre faste partikler af denne størrelse, trods leverandøren oplyste at flowmetrene kunne anvendes til formålet. Det blev dog på denne rejse konstateret, at systemet fungerede ved maskinskottene i tankene. De 2 temperaturfølere, som er fast installeret ½ m fra hhv. bund og top ved maskinskottene, steg til ca. 1°C på turen hjem. Ved vandcirkulationen faldt temperaturen til under 0°C ved maskinskottene. Vandtemperaturen i rørene, som førte vand til tankene, var under 0°C, når cirkulationssystemet var i brug. Temperaturer blev målt i alle 3 tanke. Temperaturfølerne var anbragt som følger. BB tank: Diagonalt fra top ved maskinskot (føler 1) til bund ved forskot (føler 8). Center tank: 50 til 100mm fra maskinskot fra bund (føler 3) til top (føler 8). SB tank: Langs ydersiden. Top ved maskinskot (føler 1) til bund forskot (føler 7). Føler 8 var anbragt midt på forskottet. Temperaturmålingerne er vist på figur 2 til 6.

Resultater:

BB tank: (figur 2 og 3).

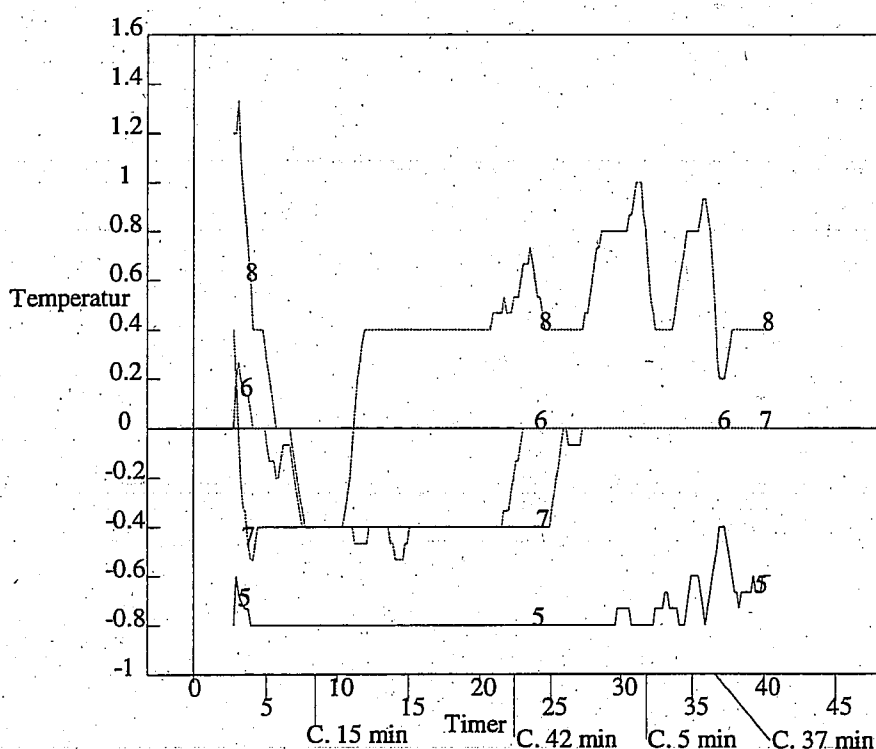


Figur 2 BB-tank. Føler 1-4, diagonalt. Føler 1 bund ved af maskinskot, føler 8 ved toppen af forskot. C= cirkulationstid.

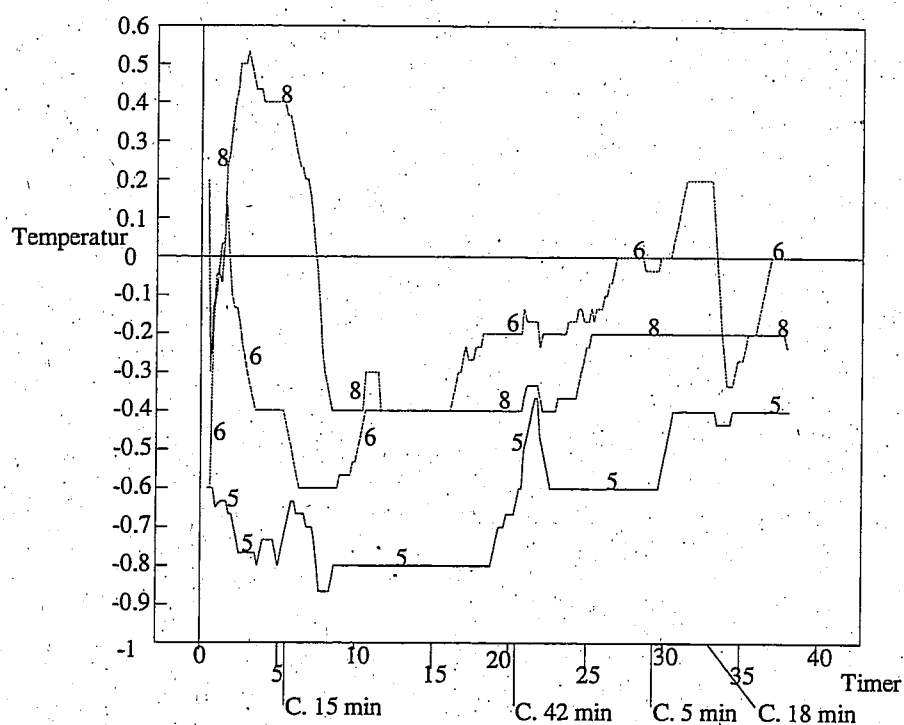
Temperaturmålingerne viser at vandcirkulationen har en klar effekt med efterfølgende faldende temperaturer på de fleste følere, som er placeret i nærheden af det cirkulerende vand. Eneste føler som i forløbet er over 0°C er føler 8 (placeret over bunden ved forskottet). Temperaturen ved føler 8 falder ved start af vandcirkulationen. Hvis det havde været muligt at finde en stabil tilstand med konstant vandcirkulation ville temperaturen sandsynligvis aldrig komme over 0°C . Den maksimale temperatur på føler 8 er 1°C i forløbet, så der er altså ikke tale om en alvorlig temperaturstigning. Føler 1 (placeret i toppen 400mm fra maskinskottet også klart påvirket i gunstig retning når vandet cirkulerer. Vandcirkulationen ved maskinskottet fungerer altså efter hensigten. De eneste temperaturfølere, som ikke bliver påvirket af cirkulationen, er dem, som er placeret i midten af tanken (føler 4 og 5, er konstant under 0°C), hvilket også er efter forventning, da cirkulationssystemet kun er aktivt ved ydersiderne af tanken.

Center tank: (figur 4)

Pga. følerfejl på nr 7 og svigt i måleapparatet til føler 1-4 lykkedes det kun at registrere temperaturmålinger for føler 5, 6 og 8. Føler 5 er 1,4 m fra bunden og føler 8 i



Figur 3 BB-tank. Føler 5-8, diagonalt. Føler 1 ved bund af maskinskot, føler 8 ved toppen af forskot. C= cirkulationstid.

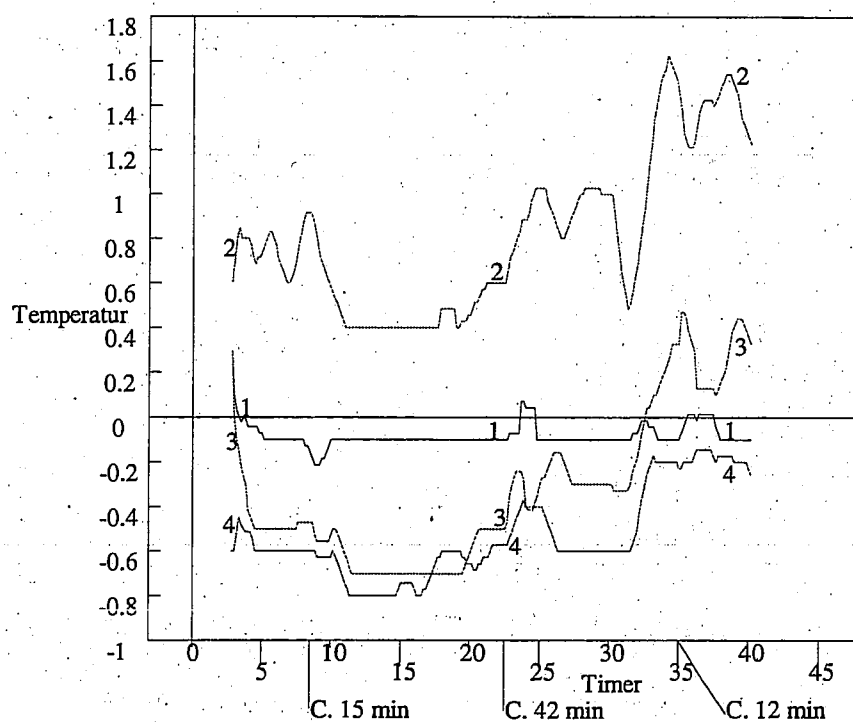


Figur 4 Center-tank. Føler 5-8 diagonalt langs maskinskot 50-100 mm fra skottet. C= cirkulationstid.

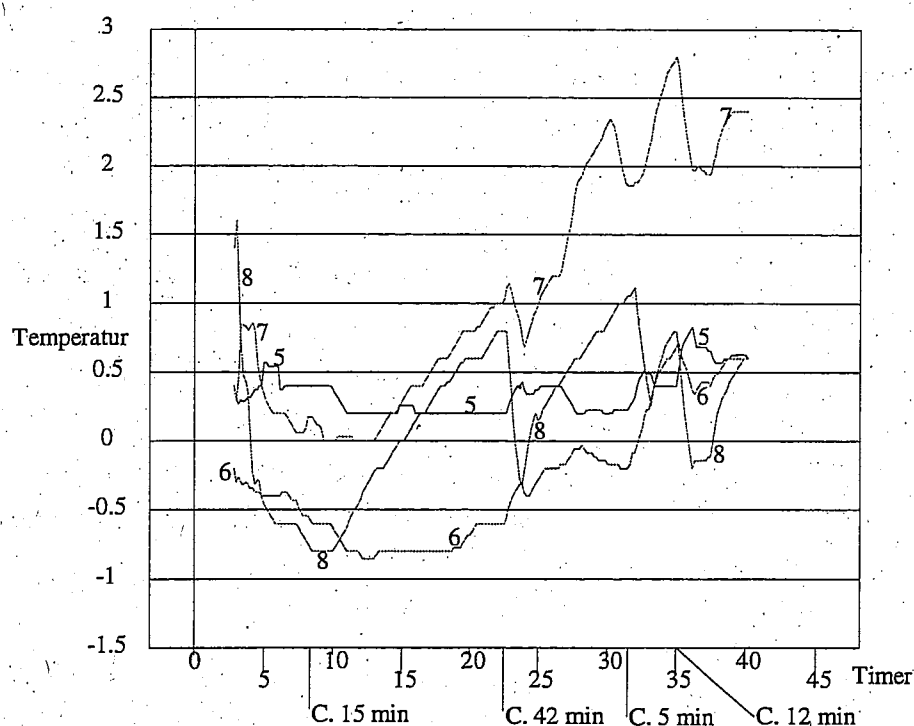
toppen.

Der er samme effekt af vandcirkulation her som i BB tank. Alle temperaturfølere er i hele forløbet under 0°C på nær føler 6, som en enkelt gang (ca. 3 timer) kommer op på 0,2°C, men falder igen ned til -0,5°C, da der bliver cirkuleret i tanken efterfølgende.

SB tank: (figur 5 og 6)



Figur 5 SB-tank. Føler 1-4. Langs tankens yderside, føler 1 i toppen af maskinskottet, føler 7 ved bunden af forskottet. Føler 8 midt på forskot. C= cirkulationstid.



Figur 6 SB-tank. Føler 5-8. Føler 1 ved toppen af maskinskottet, føler 7 ved bunden af forskottet. Føler 8 midt på forskottet. C= cirkulationstid.

Alle temperaturfølere bliver påvirket med faldende temperatur tilfølgende med vandcirkulationen. Føler 2 og 7 har et niveau omkring 0,5°C efter 20 timers opbevaring, og stiger til omkring 2°C til slut (efter 40 timer) med enkelte "dyk" når der cirkuleres. Hvis vandcirkulationen foretages konstant er der måske en mulighed for at temperaturerne holdes under 0°C. Føler 2 er placeret ved tankens yderside 1,75 m fra maskinskottet. Føler 7 i toppen mod ydersiden 0,45 m fra forskottet. De øvrige temperaturfølere er omkring 0°C i hele forløbet.

Konklusion: Temperaturmålingerne har vist, at vandcirkulationssystemet fungerer efter hensigten, da temperaturen falder ved alle målepunkter, som er placeret i tankenes ydersider, når systemet aktiveres. Den langsigtede effekt ved konstant vandcirkulation er endnu ikke vist, da det ikke har kunnet lade sig gøre at få systemet i balance mht. vandcirkulation.

2. rejse. 18/3 til 29/3 1994.

Metoder: I et forsøg på at undgå problemerne med stabilitet under vandcirkulationen, som forekom under den forrige rejse, blev tankene lukket. Derved bevirker et evt. overtryk i en af tankene (når vandet står op i svanehalsen) bevirke at vandstrømningen til tanken får større modstand, hvorved de øvrige tanke skulle få større vandmængde. Den aktuelle væskehøjde i tankene aflæses på et væskefyldt u-rør som er monteret på hver af de 3 tanke, således at tankene ikke skal lukkes op når de først er fyldt. Det væskefyldte u-rør gør at tankens vandstand kan aflæses helt ned til dækshøjde. Kabler til temperaturfølerne blev ført gennem en vandtæt forskruring i tankenes top. Da der tidligere havde været problemer med at kunne anvende forlasten som isreservoir pga. pladsmangel, blev der bygget et reservoir i en tidligere krøjløst på hoveddækket. Rumindholdet i denne er ca. 12m³.

Resultater: Det var ikke muligt at få større mængde end 5 m³/h fra isreservoiret. Det viste sig at der var nedstøbt et rør med meget mindre dimension (ca. 38mm) i betongulvet i isreservoiret end dimensionen i det øvrige system (ca. 80mm). Det lykkedes ikke for trawleren at fange fisk på denne rejse, så afprøvningen forgik med vand. Med vand fungerer cirkulationssystemet stabilt. Også når der samtidig opblandes vand fra isreservoiret i systemet. Det var kun nødvendigt med småjusteringer på ventilerne når først ventilbatteriet var stillet ind.

Konklusion: Med vand kan systemet fungere stabilt også i søgang. Systemet må efterprøves igen med fisk i tankene.

3. Rejse. 11/9 til 23/9 1994.

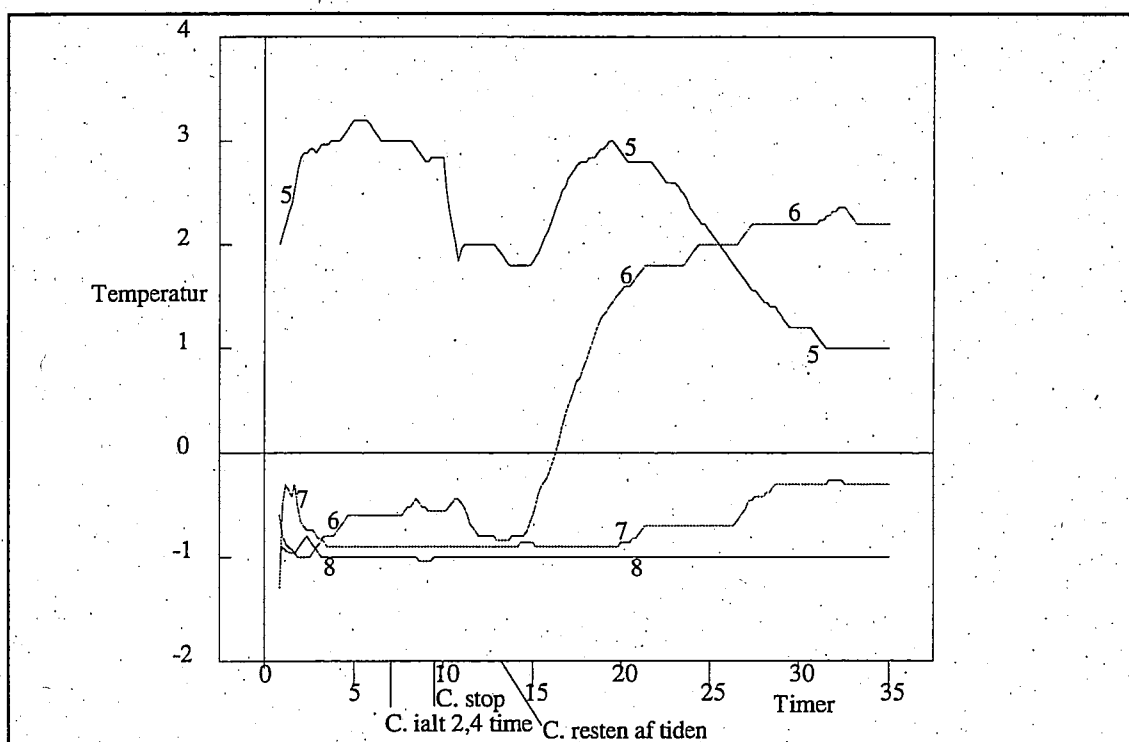
Metoder: Et alternativ til flowmetre med skovlhjul, som de anvendte, er følere uden bevægelige dele, som monteres uden på røret. Problemet er at de koster omkring 15000 kr stykket. Et andet alternativ er følere med en plade som slår til (on/off) ved en forud indstillet vandmængde (flowkontakter), hvilket er rimeligt billigt. Dette giver ikke så megen information, men tilstrækkelig til at systemet kan fungere efter hensigten. I systemet ønskes der sikkerhed for, at der minimum bliver cirkuleret de ønskede vandmængder. Mindre overskridelser har ikke den store betydning. Det blev valgt at installere flowkontakter i systemet. Samtidig gav installationen mulighed for at føre et kontrolpanel op på broen, så vandcirkulationen kan overvåges døgnet rundt. En føler til kontrol af væskenniveauet i isreservoiret blev endvidere monteret og overvågning ført til

broen. Den samlede installation kostede 12000 kr (4 flowkontakter og en niveauføler). Det eneste der skal kontrolleres ved tankene er væskenniveauet, hvilket gøres på U-rørerne. Med niveaufølere er det også muligt at kontrollere dette fra broen. Inden der kom iskrystaller i systemet blev alle de nye følere justeret (vha. de gamle flowmålere) til 15 m³/h. Der blev monteret temperaturfølere langs ydersiderne og på forskottet i BB og SB tank. Montering blev udført langs ydersiderne i de to tanke, for at det skulle være muligt at sammenligne målinger i den ene tank med målinger i den anden.

Resultater: Flowkontakterne viste sig meget stabile og gik ikke fast, når iskrystaller eller andet i systemet passerede forbi. Cirkulationssystemet var meget stabilt under drift og det er ikke nødvendigt med andet end småændringer af ventilstillinger, når først de ønskede flow er nået.

BB tank: (figur 7)

Måleapparatet til føler 1-4 svigtede. Temperaturmålingerne i BB tank (føler 5-8) er vist på figur 7. Føler 5-8 er placeret fra midt på ydersiden af tanken (1,1 m over dørken) til øverste hjørnet 250mm fra forskottet. Følernes afstand til ydersiden (inderklædnin-

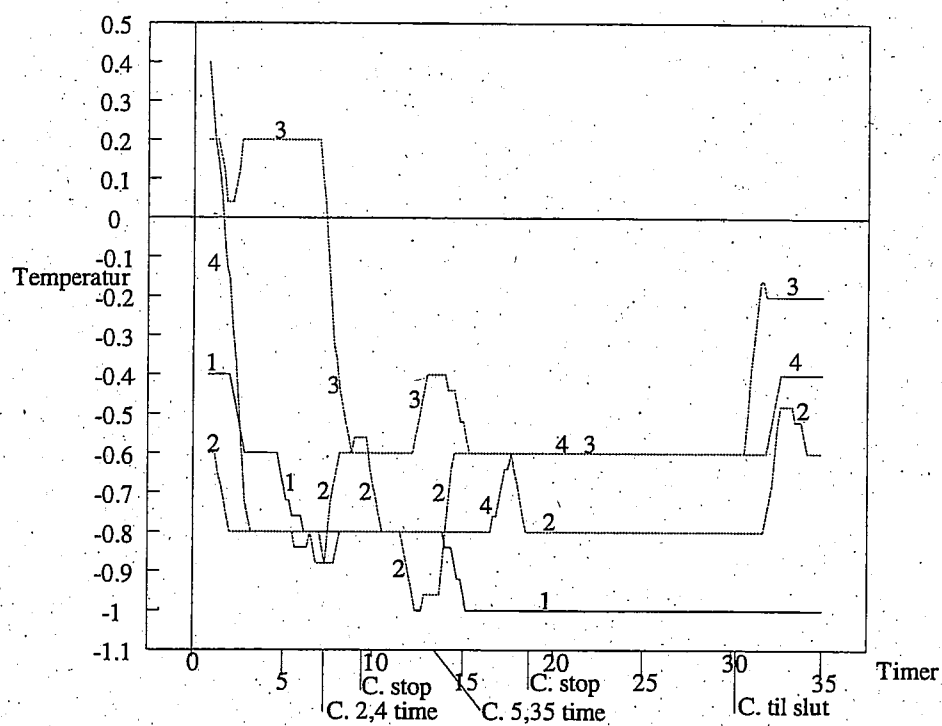


Figur 7 BB-tank. Føler 5-8, føler 5 midt på ydersiden af tanken, føler 8 i toppen af forskottet. C= cirkulationstid.

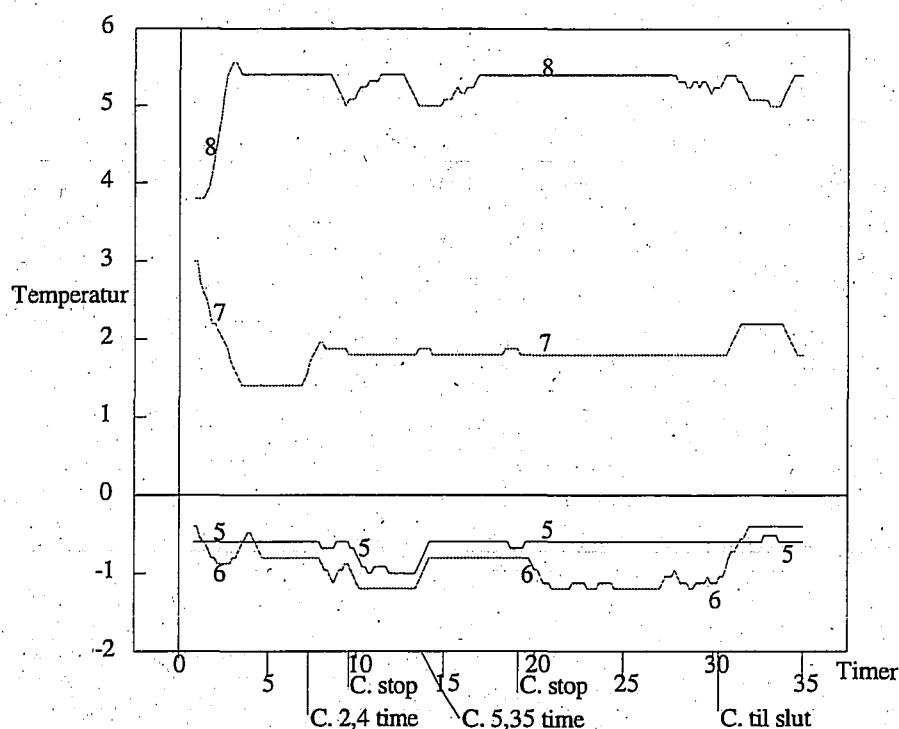
gen) er ca 100mm. Vandcirkulationen i tanken blev startet efter 6,8 timer og slukket igen mellem 9,2 og 13,2 timer. Resten af tiden blev der hele tiden cirkuleret vand i tanken. Føler 5 er 2-3°C indtil 20 timer, hvorefter temperaturen falder langsomt til 1°C til slut. Temperaturen ved føler 6 er indtil 15 timer under 0°C. Herefter stiger den langsomt til et niveau på 2°C til sidst. Føler 7 og 8 er under hele forløbet under 0°C. En direkte effekt af vandcirkulationen er svært at påvise, da temperaturerne ved føler 5 og 6 de sidste 22 timer af forløbet hhv. falder og stiger. Temperaturen falder på både føler 5 og 6 da cirkulationen stoppes efter 9,2 timer. Temperaturen ved føler 5 og 6 stiger mod forventning de første 7 timer efter at cirkulationen startes igen (efter 13,2 timer). Føler 5 falder dog igen efter de 7 timers stigning. Årsagen kan være, at varmere vand ved bunden bliver flyttet opad i tanken, når der cirkuleres med vandet. Temperaturkurven for føler 6 synes at have samme forløb som føler 5 med et nedadgående forløb. Der er en mulighed for at temperaturstigningen ved føler 6 kunne aftage som temperaturen ved føler 5, hvis cirkulationen var fortsat med at blive foretaget. I den øverste del af tanken mod forskottet er der ingen temperaturproblemer.

SB tank: (føler 8 og 9)

Føler 1 er 1,35m fra maskinskottet 1,4m over bunden og 1,2m fra ydersiden. De øvrige følere er ved tankens yderside (ca. 100mm fra yderklædningen). Føler 2 er 1,6m fra maskinskottet og 0,6m over bunden. De resterende følere følger siden op til hjørnet mod forskottet hvor føler 7 (0,5m fra skottet) er placeret. Føler 8 er placeret 0,1m fra forskottet 1,5m over bunden og 0,7m fra ydersiden.



Figur 8 SB-tank. Føler 1-4 , placering fremgår af tekst. C= cirkulationstid.



Figur 9 SB-tank. Følere 5-8, placering fremgår af tekst. C= cirkulationstid.

Alle følere viser temperaturer under 0°C i hele forløbet på nær føler 7 og 8. Føler 7 har et konstant niveau på ca. 2°C og føler 8 et niveau på 5°C . Følere 7 og 8 er ikke påvirket af om der cirkuleres vand i tanken eller ej. Målingerne her skulle sammenlignes med målingerne foretaget i BB tank, men der er ikke umiddelbart nogen sammenhæng mellem disse. Vandcirkulationen i SB tank blev afbrudt særskilt (I BB tank blev vandcirkulationen fortsat) fra 18,6 til 30,5 timer. Dette var for at kunne sammenligne BB og SB tank (hhv. med og uden cirkulation). At føler 1 til 6 har lave temperaturer og ikke er påvirket af cirkulationen tyder på, at der er rigeligt med isoverskud i tanken. Tilmed tyder temperaturforløbet ved føler 7 og 8 på, at cirkulationssystemet ikke har nogen indflydelse på temperaturen her, og at der ikke har været tilstrækkelig med is i den forreste, øverste del af tanken. I denne del af tanken stikker en pumpebrønd ned i tanken fra dækket. Pumpebrønden er sikkert årsagen til, at cirkulationssystemet ikke fungerer her, da den bryder strømmingen. I BB tank er der ikke en pumpebrønd, som går ned i tanken. Temperaturmålinger i BB tank mod forskottet (føler 7 og 8) viser at cirkulationssystemet fungerer her (det kan også blot være isoverskud). Problemet i SB tank kan måske reduceres ved, at anbringe ekstra is på bunden mod forskottet inden tanken lastes for at minimere de for høje temperaturer.

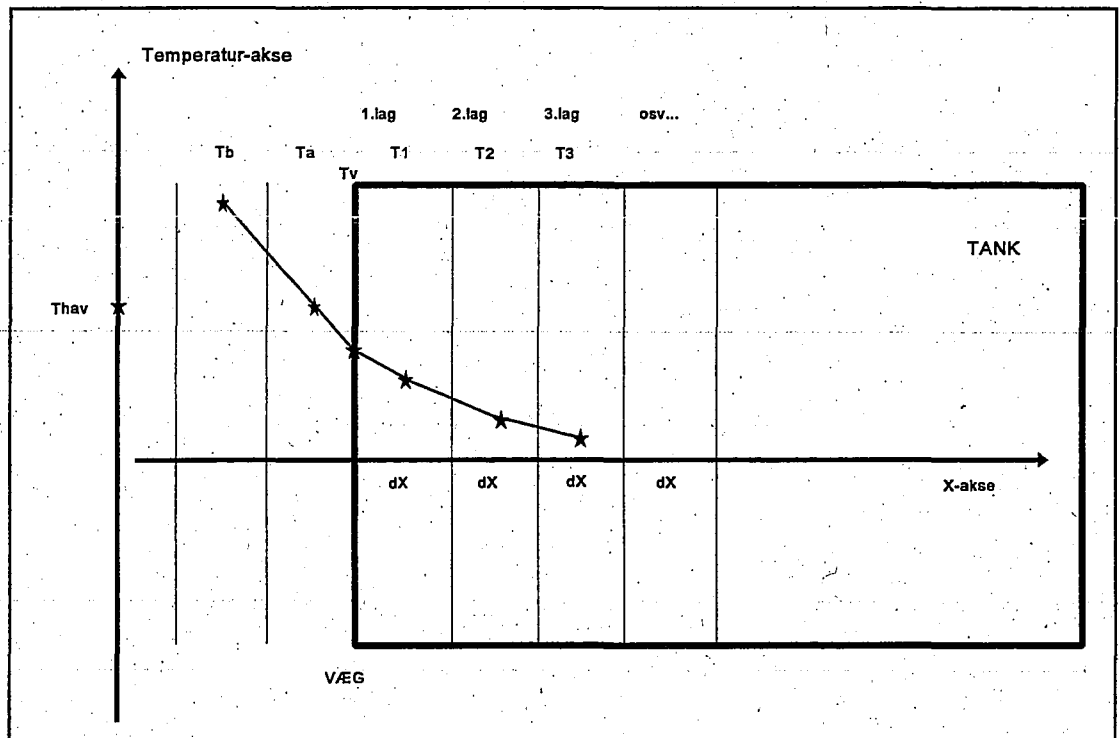
Konklusion: Cirkulationssystemet fungerer efter hensigten de fleste steder i tankene ved at cirkulere 15m³/h pr. tank. Der er enkelte temperaturproblemer i tankene. Ved SB tanks forskot kan problemerne (en pumpebrønd, som stikker ned i tanken) måske reduceres ved at påfylde ekstra is ved forskottet inden tanken lastes.

Bilag 6.

6.1 Computermodel som beskriver temperaturforholdene i en tank med iset fisk.

Grundlaget for den teoretiske tankmodel.

Der betragtes en tank med iset fisk (uden vand). Fisken er nedkølet til 0°C . Der er overskud af is i tanken (en given % is). Tanken ses fra siden og opgaven er at finde temperaturstigningen inde i tanken afhængig af opbevaringstiden, overskudsis (%) og udetemperatur.



Figur 1 Grundlaget for den teoretiske tankmodel.

Da der i en tank er tale om ikke stationær (dynamisk) varmeledning er det beregningsmæssigt nødvendigt at bruge numeriske metoder, for at kunne forudsige temperaturen ind i tanken som funktion af tiden. Tanken opdeles i lag (elementer) af en vis tykkelse. Der beregnes hvor meget varme der kommer ind og ud af de enkelte lag. Figur 1 viser opbygningen af lagene i tanken og deres middeltemperaturer. Når der er temperaturforskel mellem tanken og omgivelserne vil varmen strømme mod det koldeste sted. Rent regneteknisk skabes denne temperaturforskel i programmet ved at lave 2 fiktive lag (A og B) uden for tanken. Selve tank-væggen har ingen udbredelse i programmet, den er givet ved isolansen (= varmeledningsmodstanden = det reciprokke af det i bilag 1 nævnte varmegennemgangstal $=1/U$).

Formlerne som bruges ved beregningerne er følgende:

dx (m) er tykkelsen af det enkelte lag i tanken og dt er den tid som går mellem hver gennemregning. Værdier for λ (varmeledningstallet lamda for fisk og is i $W/m^{\circ}K$), ρ (massefylden i kg/m^3), c (varmefylden i $J/kg^{\circ}K$) i det enkelte lag er vægtede værdier mellem is og fisk, da is-indholdet i det enkelte lag varierer med tiden, som isen smelter. I formlerne er det fouriertallet som indgår. Fouriertallet er en sammensætning af de vægtede værdier: $Fo = (\lambda * dt) / (\rho * c * dx * dx)$ og Fo er dimensionsløst. Af over-skuelighedsgrunde er det valgt ikke at opskrive den enkelte vægtning mellem værdier for is og fisk, men blot fouriertallet. Isol ($=1/U$) står for den aktuelle isolans ($m^2^{\circ}C/W$) for tanksiden.

I tanken beregnes nye temperaturer på baggrund af de gamle temperaturer (er en funktion af de gamle temperaturer). De gamle temperaturer benævnes " T_g ". Ligningerne, som bruges til beregningerne, er fra /DTH, Opvarmning og ventilation 1945/ og /Hansen P. N. 1978/

Temperaturen midt i andet fiktive lag: $T_b = T_v + (T_{hav} - T_v) * 3 * dx / (2 * Isol * \lambda)$

Temperaturen midt i første fiktive lag: $T_a = (T_{b_g} + T_{1_g}) * Fo + (1 - 2 * Fo) * T_{a_g}$, med den begrænsning af T_a aldrig kan overstige havtemperaturen.

Temperaturen midt i væggen: $T_v = (T_a + T_1) / 2$

Temperaturen midt i 1. lag i tanken: $T_1 = (T_{b_g} + T_{2_g}) * Fo + (1 - 2 * Fo) * T_{1_g} + dt * (V_{fisk} / c_{fisk})$. Det sidste led er den varme som kommer fra de forskellige nedbrydningsprocesser i fisken. V_{fisk} er varmeudviklingen, som ligger omkring $0,012 W/kg$. c_{fisk} er varmefylden for fisk i $J/kg^{\circ}K$. Den samlede ligning har den begrænsning, at sålænge der is tilbage i lag 1 er temperaturen $0^{\circ}C$.

Temperaturen midt i 2. lag i tanken: $T_2 = (T_{1_g} + T_{3_g}) * Fo + (1 - 2 * Fo) * T_{2_g} + dt * (V_{fisk} / c_{fisk})$, med den begrænsning at sålænge der is tilbage i lag 2 er temperaturen $0^{\circ}C$.

Temperaturen i de øvrige lag bestemmes analogt til 2. lag. Programmet har maksimalt mulighed for anvendelse af 26 lag ind i tanken, lagtykkelsen kan vælges frit.

Beregning af ismængden i det enkelte element foregår som følger:

Ismængden i det 1. element

$Is1 = Is1_{gl} - ((T_{v_{gl}} - T1_{gl}) * \lambda/dx/2 + ((T2_{gl} - T1_{gl}) * \lambda/dx + \rho_{fisk} * V_{fisk} * dx) * dt/S_{is})$, S_{is} er isens smeltevarme i J/kg og ρ_{fisk} massefylden for fisk i kg/m³.

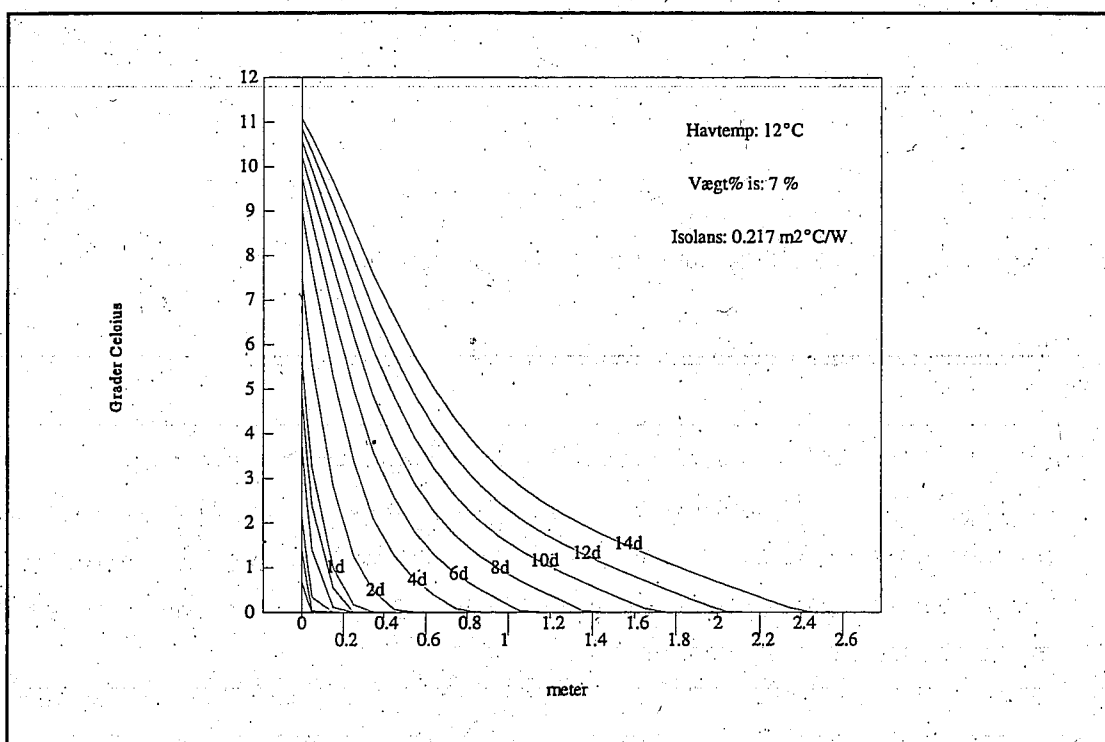
Ismængden i det 2. element

$Is2 = Is2_{gl} - ((T1_{gl} - T2_{gl}) * \lambda/dx + ((T3_{gl} - T2_{gl}) * \lambda/dx + \rho_{fisk} * V_{fisk} * dx) * dt/S_{is})$

Ismængden i de øvrige lag beregnes analogt til 2. lag.

Eksempler på temperaturberegninger:

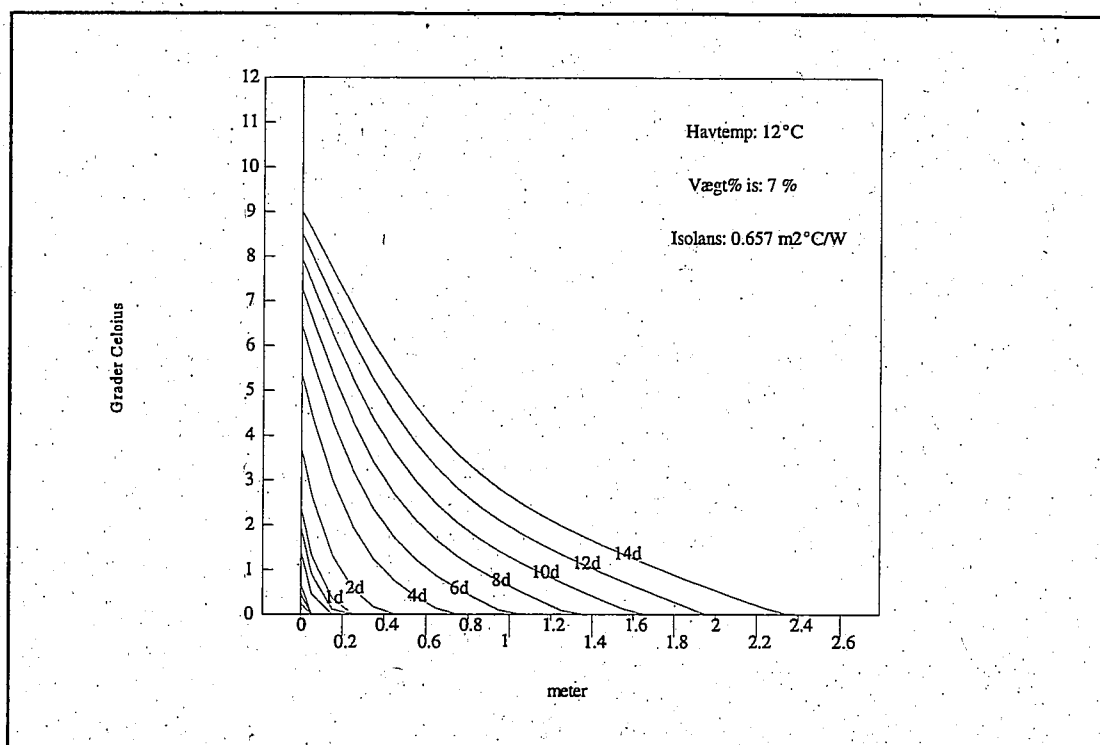
Figur 2 viser temperaturkurver for en tank hvor havtemperaturen er 12°C. Isolansen for tankvæggen 0,217 m²°C/W, hvilket svarer til en tankvæg (glasfiber belagt krydsfiner) uden isolering og med kuldebroer mellem inderklædningen og spanter /Kolbe E. et al.



Figur 2 Dynamisk opvarmning af iset fisk. For uisoleret tankvæg med kuldebroer.

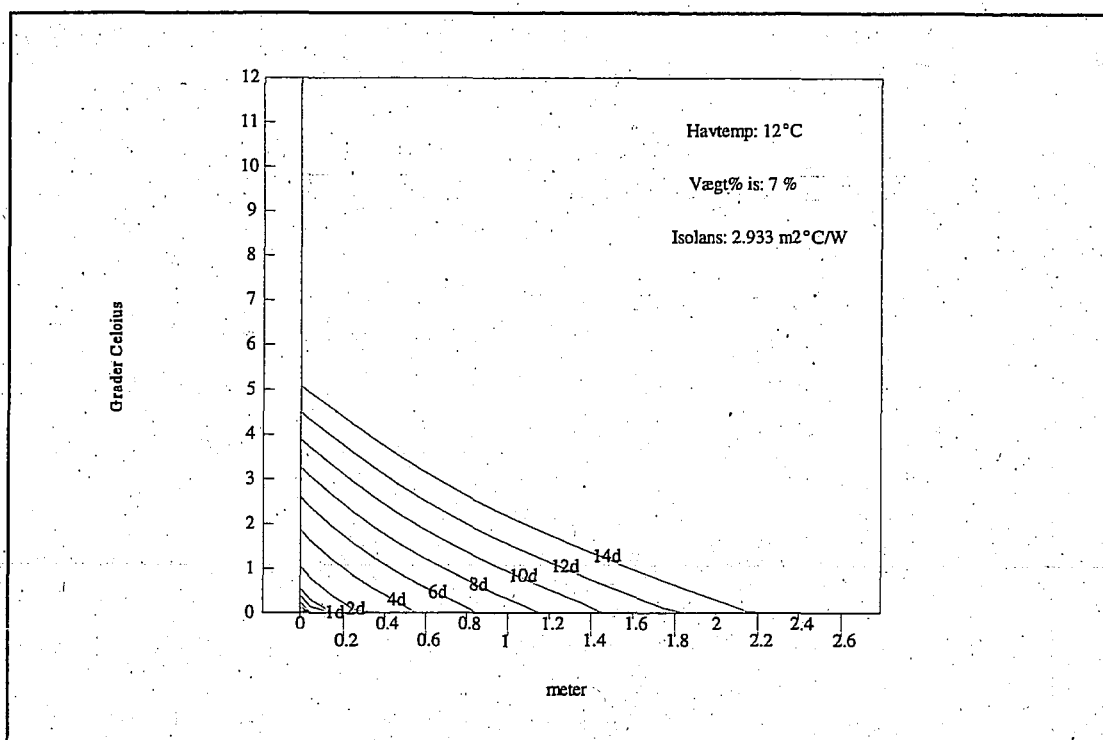
1985/. Overskudsmængden af is er 7% (efter at fisken er kølet ned til 0°C). Der udskrives temperaturkurver fra 1 time til 14 døgn. Det er dog kun de sidste kurver der kan ses (1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 og 14 døgn), da de første kurver falder oven i hinanden. Det er kun temperaturen inde i selve tanken der er illustreret.

Figur 3 viser tilsvarende temperaturkurver, hvor tanken er isoleret, isolansen er $0,657 \text{ m}^2\text{C/W}$ /Kolbe E. et al. 1985/.



Figur 3 Dynamisk opvarmning af iset fisk. For isoleret tankvæg med kuldebroer.

Figur 4 viser tilsvarende temperaturkurver, hvor tanken er isoleret og kuldebroerne mellem inderklædning og spanter er fjernet. Isolansen er $2,933 \text{ m}^2\text{C/W}$ /Kolbe E. et al. 1985/.

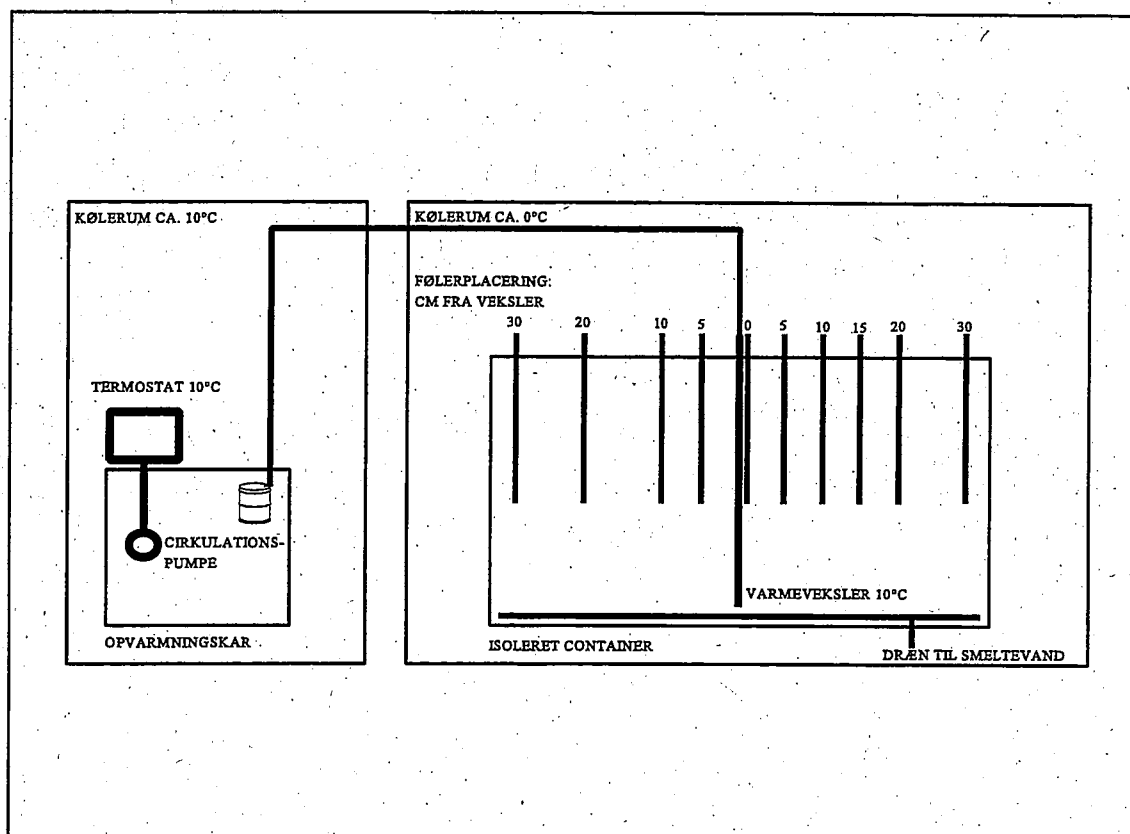


Figur 4 Dynamisk opvarmning af iset fisk. For isoleret tankvæg, hvor kuldebroer mellem inderklædning og spanter er fjernet.

Det ses af kurverne, at temperaturen i tanken forbedres når tanken isoleres. Den største forbedring sker dog først når kuldebroerne fjernes. På langt sigt vil programmet blive udvidet til 2 (3) dimensioner, således at man kan beregne temperaturen i en hel tank. Temperaturen i tanken kan omregnes til TVN og derved kan det aktuelle kvalitetstab i kr beregnes for industrifisk. Deraf kan det beregnes, hvor meget det kan betale sig at investere i isolation eller ombygning af tankene mht. kuldebroer.

6.2 Eftervisning af teoretisk tankmodel vha. forsøg.

For at fastslå om den teoretiske beregningsmodel for dynamisk opvarmning af iset fisk tilstrækkeligt nøjagtigt illustrerer virkelighedens forhold, er der udført et laboratorie-



Figur 5 Forsøgsopstillingen.

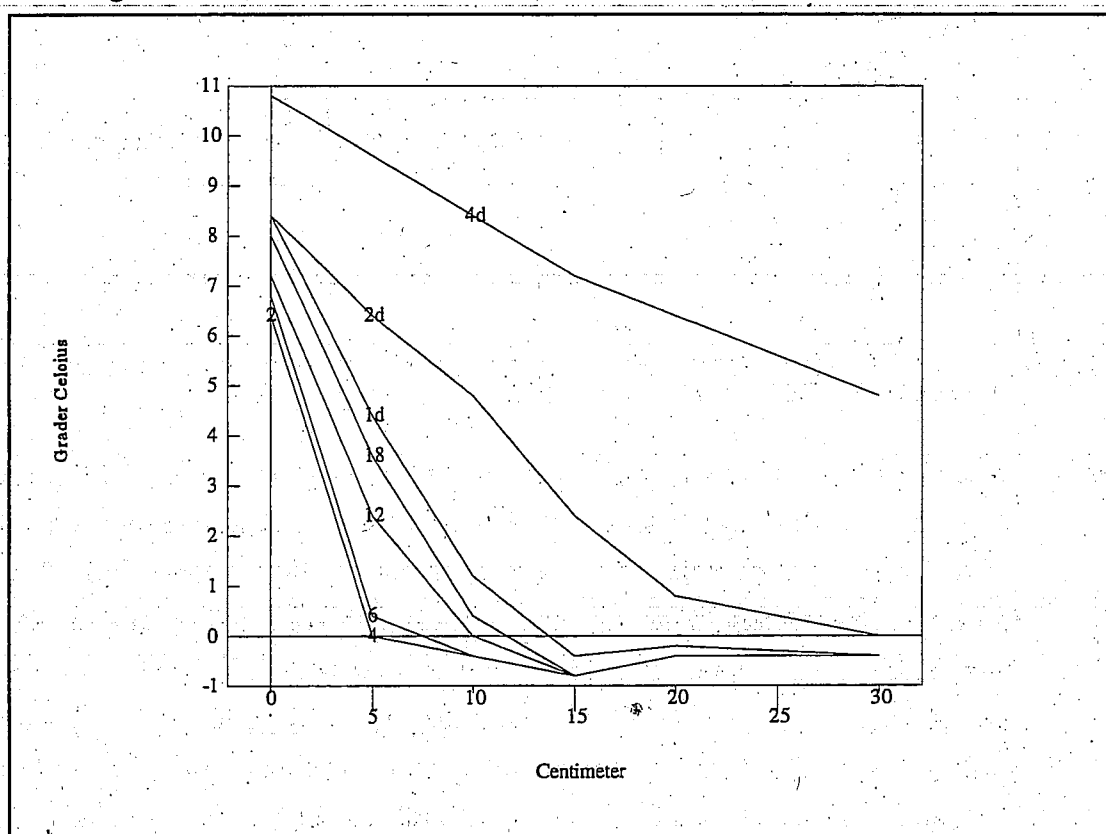
forsøg. Forsøgsopstillingen er vist på figur 5. Som "tank" bruges en 200 l's isoleret plastcontainer. Den isede fisk opvarmes med en varmeveksler placeret i containerens midte. Temperaturene måles på begge sider af varmeveksleren med termofølere, som er fastholdt i containerens midte vinkelret på varmeveksleren med snor og følerkablet. Temperaturen blev målt på den ene side af varmeveksleren i 0, 5, 10, 15, 20 og 30 cm's afstand fra denne. På den anden side i afstanden 5, 10, 20 og 30 cm. Varmen tilføres varmeveksleren fra et kar hvor vandet cirkulerer forbi et elvarmelegeme med termostat. Temperaturen blev valgt til 10°C. Opvarmningskarret blev placeret i et kølerum hvor temperaturen var ca. 10°C. De 2 vandslanger til varmeveksleren blev trukket gennem en mur til et kølerum med en temperatur på ca. 0°C. Udgangtemperaturen for den isede fisk var 0°C og den nedkølede fisk blev tilsat 10 vægt% overskuds is (ingen vandtilsæt-

ning). Smeltevand fra containeren bliver drænet fra i bunden. Ved placeringen af containeren i et 0°C kølerum skulle varmeudveksling med omgivelserne reduceres til et minimum. Opvarmningskarret er isoleret med polyurethanskum og den isolerede container blev pakket grundigt ind i vintermåtter (rockwool) ved forsøgets start. Temperaturen i opvarmningskarret holdes på 10°C .

Forsøget:

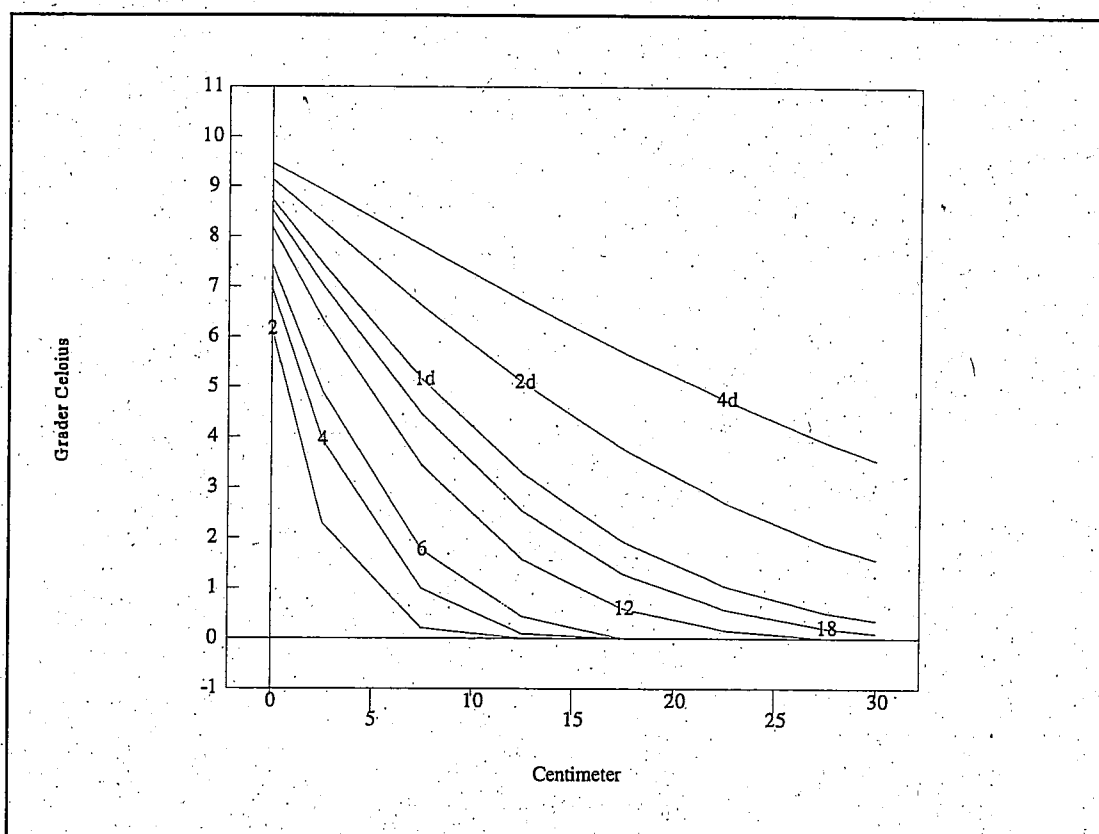
Forsøget foregik over en uge. Efter 4 dage steg temperaturen i opvarmningskarret med omkring 1 grad i døgnet, selvom varmelegemet ikke var slået til. Årsagen, var at varmeveksleren ikke kunne afgive varme nok til fiskemassen. Temperaturstigningen stammer fra den varme som afsættes af pumpen i forbindelse med cirkulation af vandet. Cirkulationspumpen bruger 36W. Efterfølgende blev det konstateret, at der havde sat sig aflejringer fast i pumpen, hvorved vandcirkulationen næsten var gået i stå.

Resultaterne af dette første forsøg er vist på figur 6. Der er kun lavet temperaturkurver indtil 4 døgn.



Figur 6 Forsøgsresultater, målepunkter 0, 5, 10, 15, 20 og 30 cm fra varmeveksler.

Resultater fra en tilsvarende kørsel af programmet er vist på figur 7. Isolansen er 0

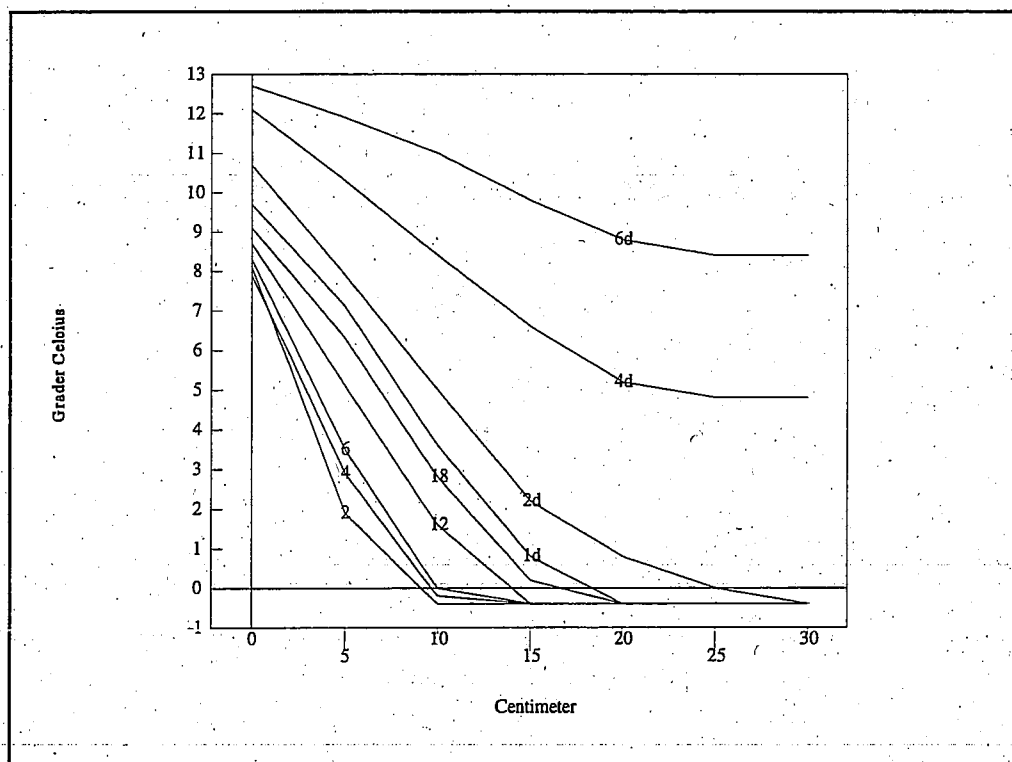


Figur 7 Tilsvarende kørsel af programmet.

m^2C/W , isprocenten er 10% (i overskud) og temperaturen $10^{\circ}C$.

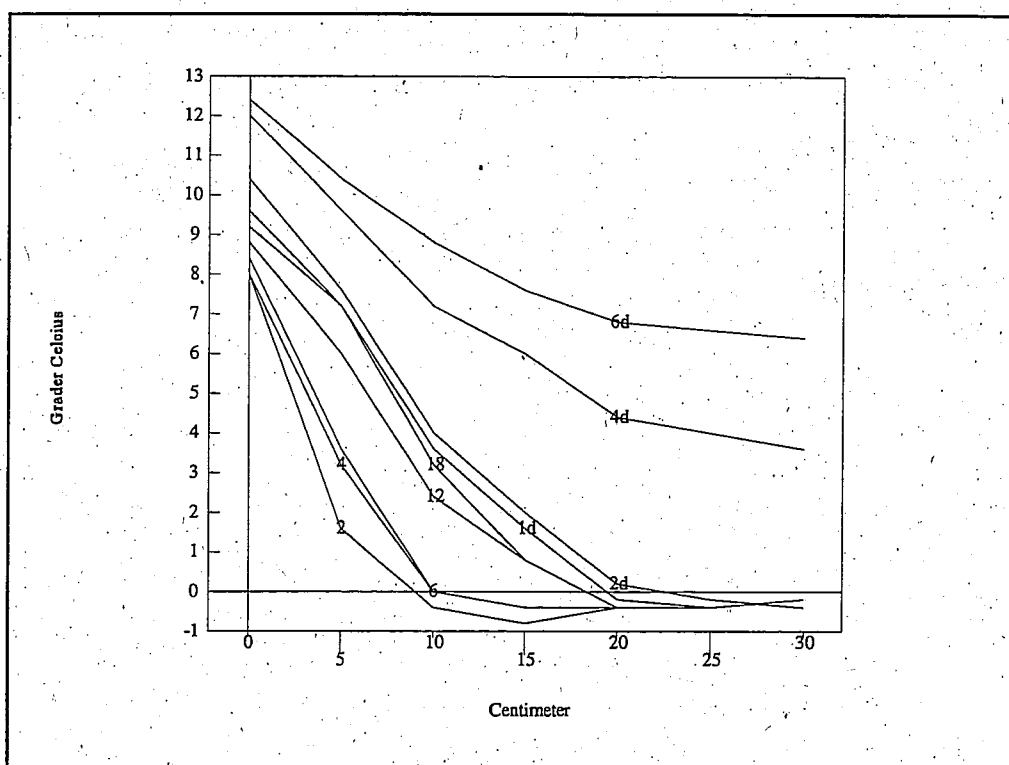
Temperaturkurverne i forsøget følger de teoretiske kurver nogenlunde. Det er dog ikke muligt at stole på resultaterne, med de forsøgsfejl som opstod.

Derfor blev der lavet en gentagelse af forsøget. Denne gang var temperaturfølerne placeret med 5cm's mellemrum på begge sider af varmeveksleren. Vandet som kom i opvarmningskarret var ved en fejl $14^{\circ}C$ i starten, temperaturen kom dog ned på 10° indenfor 4 timer. Temperaturen i karret steg efter det første døgn over $10^{\circ}C$ til den efter 6 døgn var $13^{\circ}C$, selvom varmelegemet ikke var sluttet til. Årsagen kan være at containeren ikke var fyldt helt op med fisk og is hvorved fisk/is-massen ikke har kunnet aftage tilstrækkeligt med energi fra varmeveksleren (de 36w som pumpen afsætter til systemet). Figur 8 og 9 viser resultaterne fra gentagelsen af forsøget, hvor der måles i 7 punkter på begge sider af varmeveksleren. Forskellen mellem temperaturkurverne viser forsøgsfejlen. Der er stor overensstemmelse mellem kurverne indenfor de første 2 døgn, fra 4 til 6 døgn er der 1 til 2 graders forskel på temperaturen 20 cm på hver side af varmeveksleren. Figur 10 viser den tilsvarende kørsel af pgrammet, hvor temperaturen er $11,9^{\circ}C$ (gennemsnittet af temperaturen i opvarmningskarret).

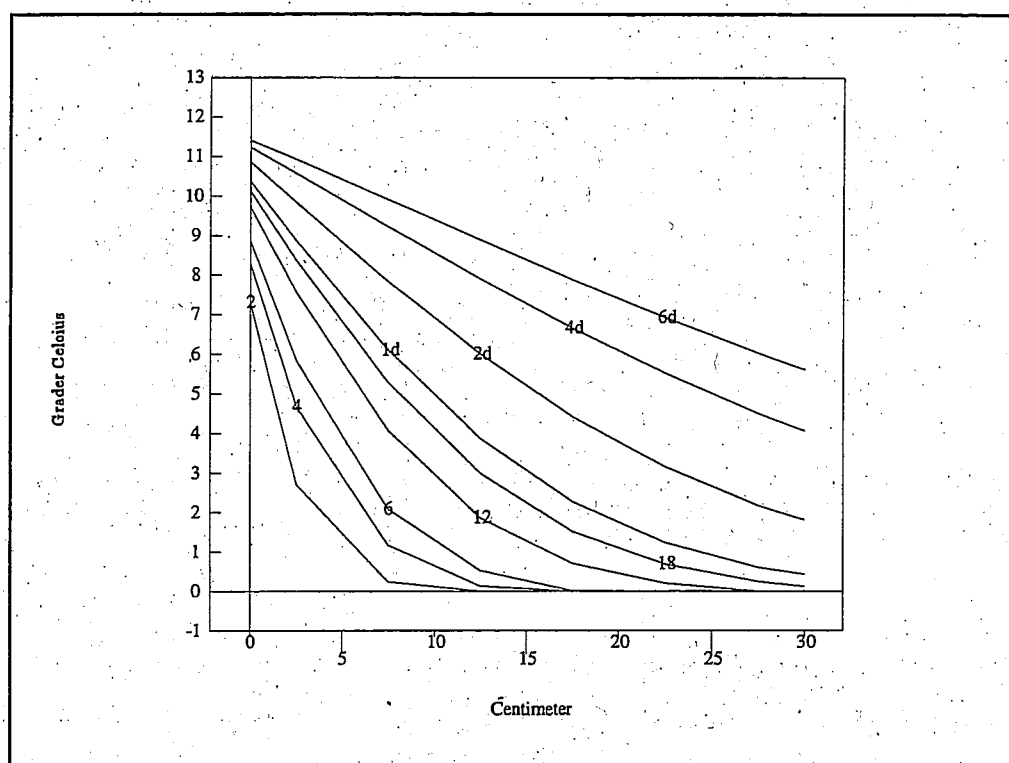


Figur 8 Resultater 2. forsøg (den ene side af varmeveksler).

Det ses, at der er stor overensstemmelse mellem teori og praksis, hvilket bekræfter modellens anvendelsesmulighed. Det vil dog blive nødvendigt at udføre endnu et forsøg, hvor de sidste forsøgsfejl undgås, før det afgøres om der på nogle punkter skal ændres i modellens grundlag.



Figur 9 Resultater 2. forsøg (den anden side af varmeveksler).



Figur 10 Tilsvarende kørsel af programmet ved 11,9°C.

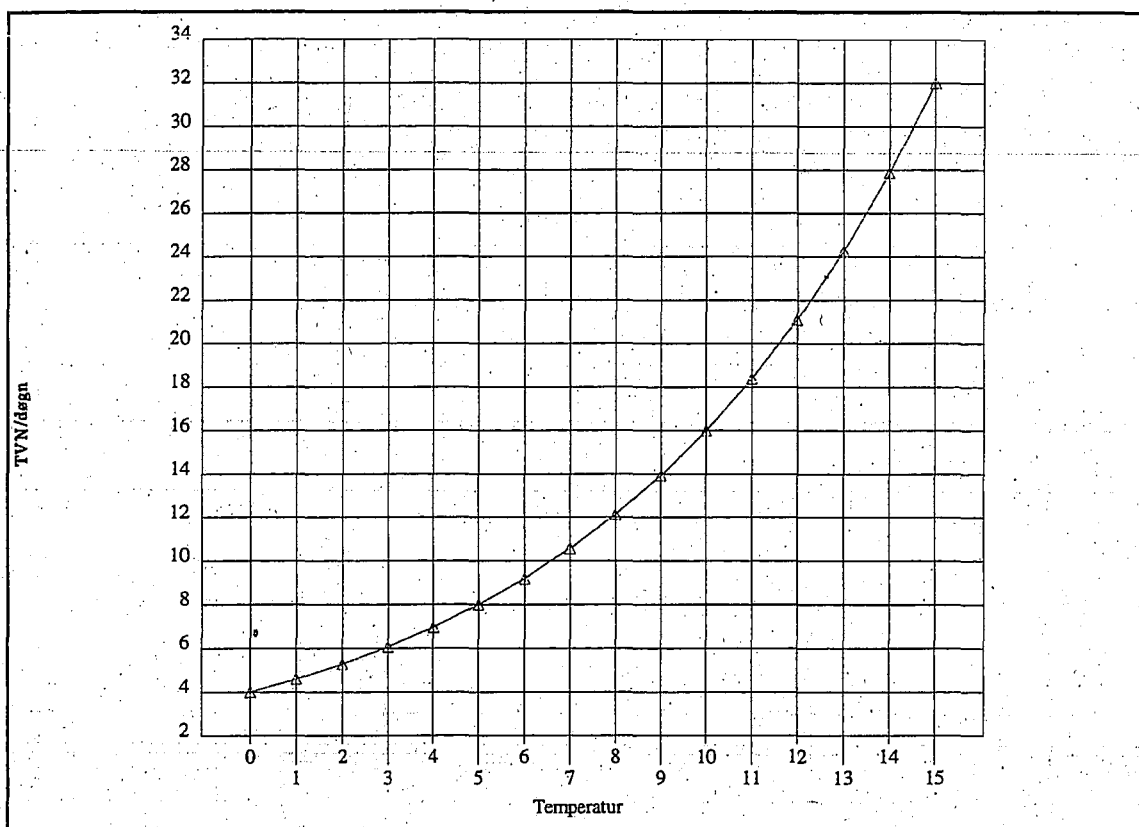
6.3 Beskrivelse af TVN-udviklingen i en tank med iset industrifisk.

Når temperaturudviklingen først er lagt fast, er det relativt enkelt at beskrive udvikling i TVN. Et udtryk for TVN-udviklingen som funktion af temperaturen blev indbygget i computermodellen.

Ligningen som blev lavet ud fra en TVN-udvikling på 4 TVN-enheder ved 0°C, 8 ved 5° og 16 TVN-enheder ved 10°C (dette ud fra en gennemsnit-betragning af forskellige industrifisks udvikling af TVN).

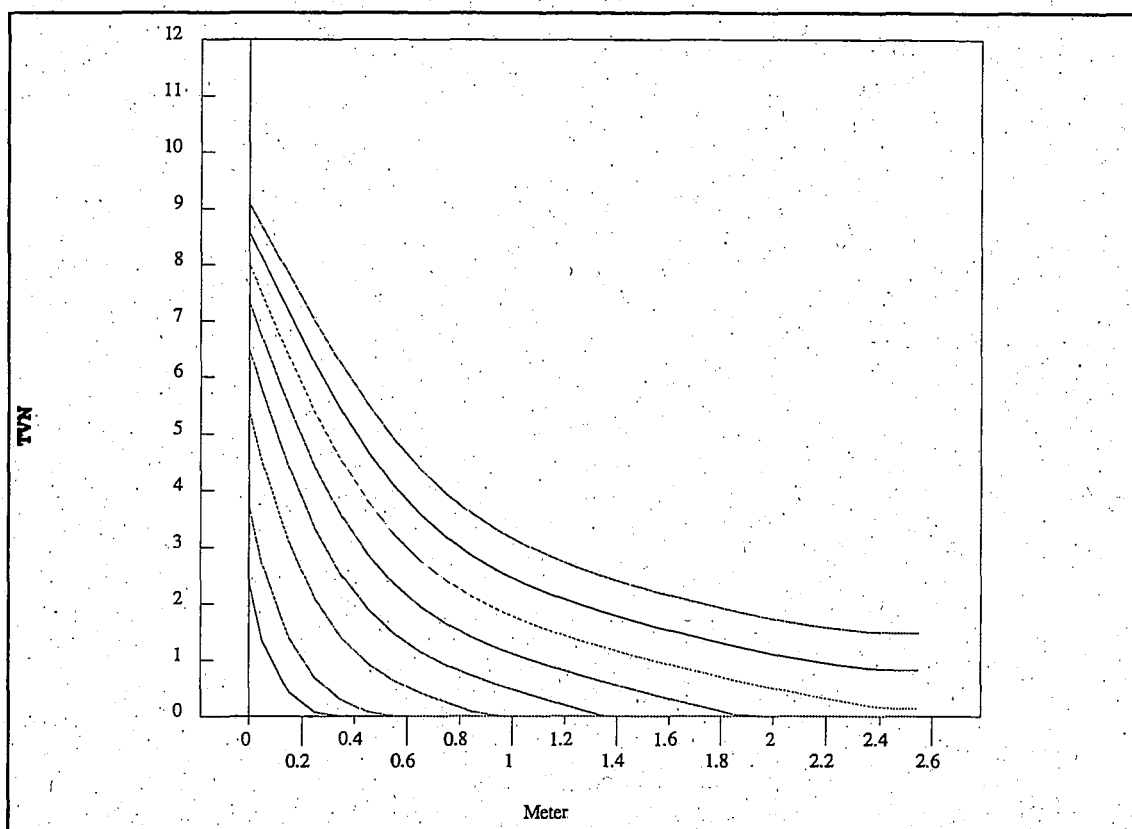
Følgende ligning beskriver ovenstående forhold:

$$\text{TVN} = 4 * 2^{(\text{temperatur}/5)}$$



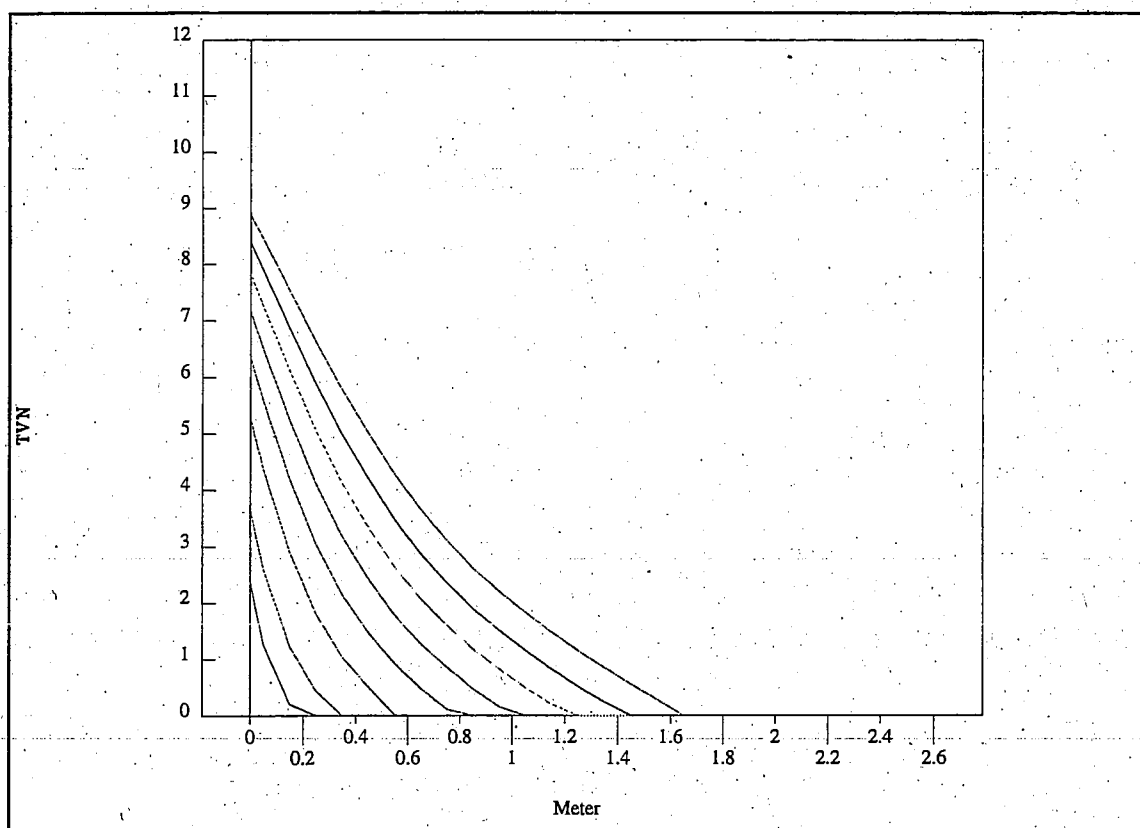
Figur 11 Sammenhængen mellem temperatur og TVN-udvikling pr. døgn.

Figur 11 viser sammenhængen imellem temperatur og TVN-udvikling pr. døgn. Figur 12 viser et eksempel på en kørsel af programmet med 3,5% overskudsris og en isolans på 0,657 m²C/W. Udgangspunktet er et TVN-indhold i fisken på 10 TVN-enheder.



Figur 12 TVN-udvikling i iset fisk. Tanken har isolerede vægge med kuldebroer. Isolans = $0,657 \text{ m}^2\text{C/W}$. Overskudsris er 3,5%. Yderste kurve er niveauet efter 14 døgner. De næste efter hhv. 12, 10, 8, 6, 4, 2 og 1 døgn.

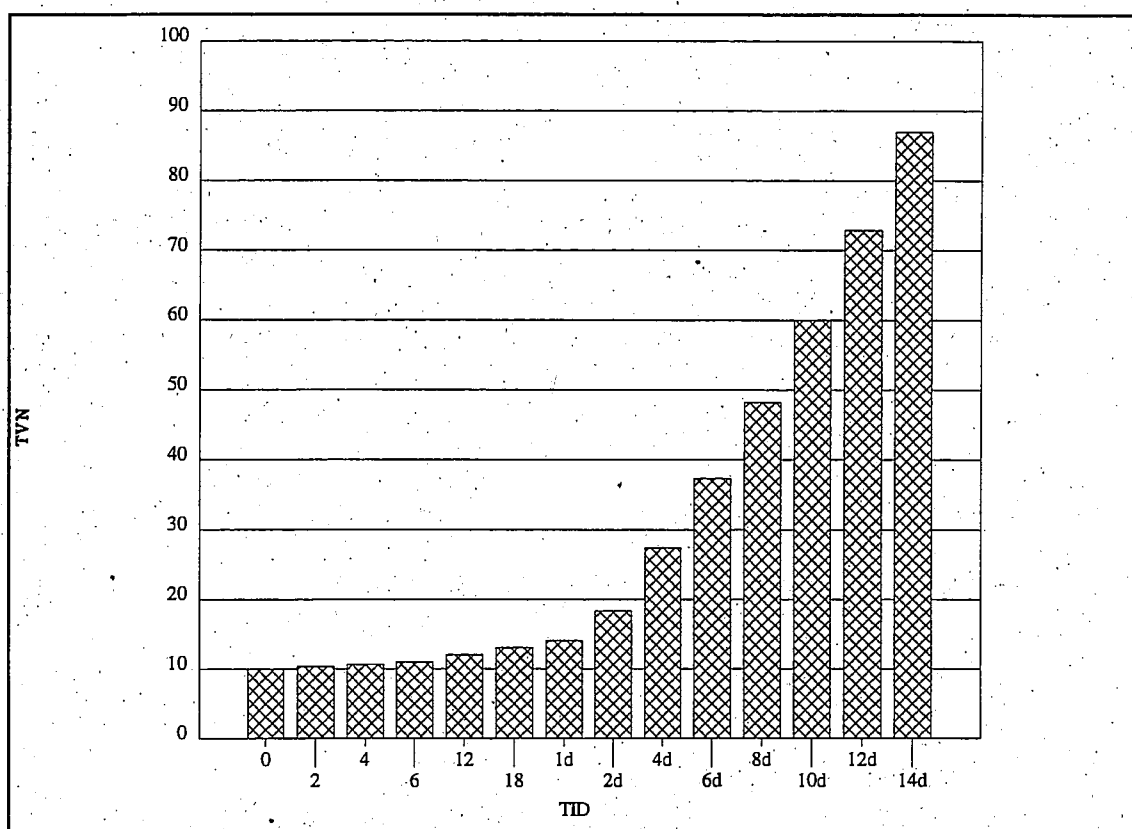
Tilsvarende viser figur 13 en kørsel af programmet med 14% overskudsris og en isolans på $0,657 \text{ m}^2\text{C/W}$.



Figur 13 TVN-udvikling i iset fisk. Tanken har isolerede vægge med kuldebroer. Isolans = $0,657 \text{ m}^2 \text{ C/W}$. Overskudsris er 14%. Yderste kurve er niveauet efter 14 døgn. De næste efter hhv. 12, 10, 8, 6, 4, 2 og 1 døgn.

Endelig viser figur 14 gennemsnitlig TVN-indhold i en "tank" på 50m³. Da modellen kun er i én dimension, tages der ikke højde for de specielle forhold i tankens hjørner, hvor der kommer varme ind i tanken fra 3 sider. "Tankens" vægge har samme isolans som i de 2 forrige eksempler. Der er 7% isoverskud i tanken fra start og et udgangspunkt på 10 TVN-enheder i fisken (gennemsnit af industrifisk ved fangst).

Når computermodellen bliver færdigudviklet, vil den kunne blive et godt værktøj til at optimere omkostninger til konstruktion og isolation. Også for eksisterende tanke vil modellen kunne vise et evt. behov for en ændret konstruktion/isolation. Foreløbig skal modellen gennem flere forsøg eftervises og justeres. Derefter skal den udvides til 2 og evt. 3 dimensioner.

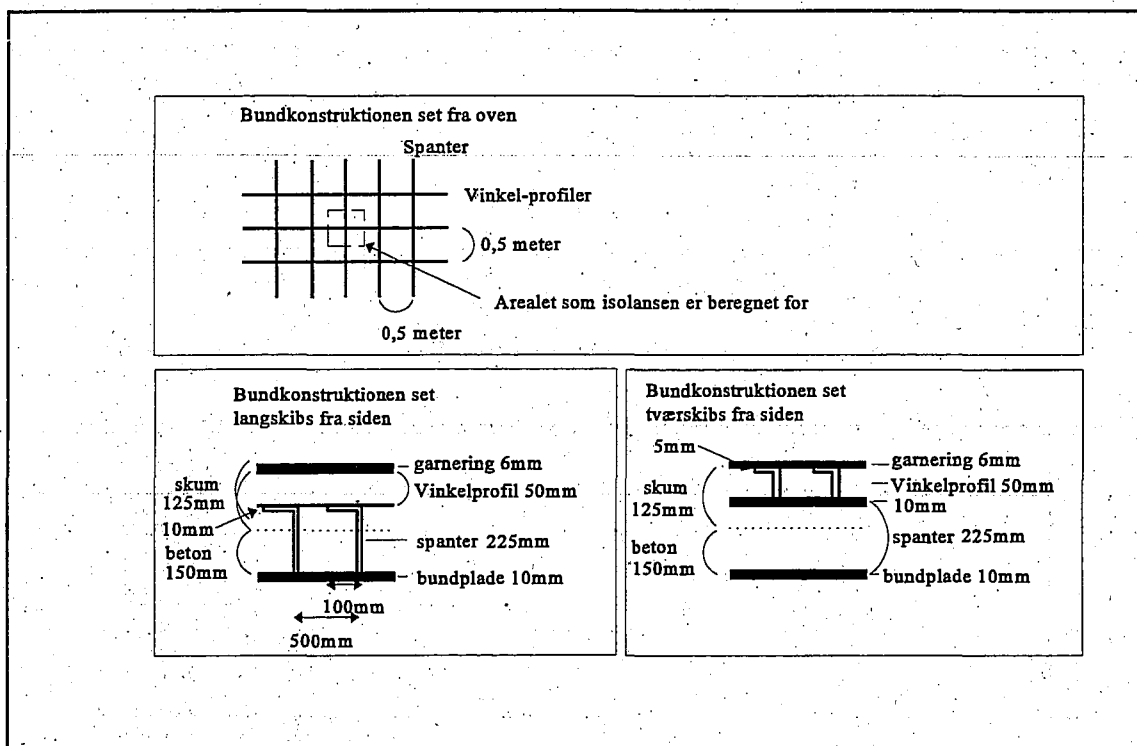


Figur 14 Gennemsnitlig TVN-indhold i en tank med iset fisk som funktion af opbevaringstiden.

Bilag 7. Isbundlag.

Udgangsmængden afhængig af temperaturen.

Da konstruktionen af CSW-tanke ombord på de forskellige trawler er meget varierende, er der i det følgende lavet en teoretisk beregning af isolansen (R) ved to bundkonstruktioner. Beregningen er en overslagsberegning. Isolansen beregnes for den nykonstruerede bund og for en gennemsnitkonstruktion af den traditionelle type. Resultaterne bruges til at bestemme en udgangsmængde til bundlaget afhængig af den aktuelle temperatur. Ved at observere om der er isbundlag tilbage når tankene losses kan det så efterfølgende afgøres om der skal bruges mere eller mindre is end anbefalet ved denne standardberegning. Den nykonstruerede bund er vist i snit på figur 1. Den samlede isolans i beregnes



Figur 1 Den nykonstruerede bund på E615 Ekliptika.

af følgende:

Der betragtes et gennemsnitsareal af tankens bund. Arealet udgør 0,5m * 0,5m.

Isolansen beregnes af følgende:

$R = d/\lambda$ [$\text{m}^2\text{C}/\text{W}$] hvor d er den aktuelle lagtykkelse [m], λ er varmeledningsevnen [$\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$].

Varmeledningsevnen for de forskellige materialer er:

$$\lambda_{\text{jern}} = 55 \text{ W/m}^\circ\text{C} \text{ (garnering og skrog)}$$

$$\lambda_{\text{rustfri}} = 15 \text{ W/m}^\circ\text{C} \text{ (rustfri opspantning, rustfrit stål af typen 304)}$$

$$\lambda_{\text{poly}} = 0,043 \text{ W/m}^\circ\text{C} \text{ (polyurethanskum)}$$

$$\lambda_{\text{beton}} = 1,6 \text{ W/m}^\circ\text{C} \text{ (beton i bund)}$$

Isolansen beregnes i de enkelte delelementer og divideres med det areal de udgør af det samlede areal (på $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$). Hertil dannes en hjælpestørrelse

$$r = R/A_{(\text{deleareal})} = d/\lambda * A_{(\text{deleareal})} [^\circ\text{C/W}]$$

Den samlede "isolans" er summen af "isolansen" for de enkelte delelementer.

$$\sum r_{\text{total}} = r_{\text{garnering}} + r_{\text{rustfri}} + r_{\text{spant}} + r_{\text{isolation}} + r_{\text{beton}} + r_{\text{skrog}}$$

Den samlede "isolans" r_{total} er så beregnet for et areal på $0,5 \times 0,5 \text{ m}$.

$$r_{\text{garnering}} = 0,006\text{m} / (0,5\text{m} * 0,5\text{m} * 55\text{J/ms}^\circ\text{C}) = \underline{0,0004^\circ\text{C/W}}$$

$$r_{\text{rustfri}} = r_{\text{rustfri(flange)}} + r_{\text{rustfri(krop)}} \text{ (50mm*50mm vinkelprofil, godstykkelse 5mm)}$$

$$r_{\text{rustfri flange}} = 0,005\text{m} / (0,5\text{m} * 0,050\text{m} * 15\text{J/ms}^\circ\text{C}) = 0,0133^\circ\text{C/W}$$

$$r_{\text{rustfri(krop)}} = 0,045\text{m} / (0,5\text{m} * 0,005\text{m} * 15\text{J/ms}^\circ\text{C}) = 1,2000^\circ\text{C/W}$$

$$r_{\text{rustfri}} = 0,0133 + 1,2000 = \underline{1,2133^\circ\text{C/W}}$$

$$r_{\text{spant}} = r_{\text{spant(flange)}} + r_{\text{spant(krop)}} \text{ (spanter 225mm*100mm vinkelprofil, godstykkelse 10mm)}$$

$$r_{\text{spant(flange)}} = 0,010\text{m} / (0,1\text{m} * 0,5\text{m} * 55\text{J/ms}^\circ\text{C}) = 0,0182^\circ\text{C/W}$$

$$r_{\text{spant(krop)}} = 0,215\text{m} / (0,5\text{m} * 0,010\text{m} * 55\text{J/ms}^\circ\text{C}) = 0,7818^\circ\text{C/W}$$

$$r_{\text{spant}} = 0,0182 + 0,7818 = \underline{0,8000^\circ\text{C/W}}$$

$$r_{\text{isolation}} = r_{\text{isolation,rustfri}} + r_{\text{isolation,spant}}$$

$$r_{\text{isolation,rustfri}} = (0,050\text{m} / ((0,5\text{m} * (0,5\text{m} - 0,005\text{m})) * 0,043 \text{ W/m}^\circ\text{C}))$$

$$= \underline{4,6981^\circ\text{C/W}}$$

$$r_{\text{isolation,spant}} = (0,075\text{m} / (0,5\text{m} * (0,5\text{m} - 0,01\text{m}) * 0,043 \text{ W/m}^\circ\text{C}))$$

$$= \underline{7,1191^\circ\text{C/W}}$$

$$r_{\text{isolation}} = 4,6981^\circ\text{C/W} + 7,1191^\circ\text{C/W} = \underline{11,8172^\circ\text{C/W}}$$

$$r_{\text{beton}} = 0,150\text{m} / ((0,5\text{m} * (0,5\text{m} - 0,010\text{m})) * 1,6\text{J/ms}^\circ\text{C}) = \underline{0,3827^\circ\text{C/W}}$$

$$r_{\text{skrog}} = 0,010\text{m} / (0,5\text{m} * 0,5\text{m} * 55 \text{ W/m}^\circ\text{C}) = \underline{0,0007^\circ\text{C/W}}$$

$\sum r_{\text{total}} = 0,0004 + 1,2133 + 0,8000 + 11,8172 + 0,3827 + 0,0007 \approx 14,2^\circ\text{C/W}$ og dette for en samlet flade på $0,5\text{m} * 0,5\text{m} = 0,25\text{m}^2$. Dette giver en isolans på:

$$R = 0,25\text{m}^2 * 14,2^\circ\text{C/W} = \underline{\underline{3,55\text{m}^2\text{C/W}}}$$

Det totale varmegennemgangstal er deraf: $U = 1/R = \underline{\underline{0,28\text{W/m}^2\text{C}}}$

Den traditionelle konstruktion mangler den rustfri opspantning og tilhørende isolation men er ellers ens.

$$\begin{aligned} \sum r_{\text{total}} &= r_{\text{garnering}} + r_{\text{spant}} + r_{\text{isolation,spant}} + r_{\text{beton}} + r_{\text{skrog}} = \\ &0,0004 + 0,8000 + 7,1191 + 0,3827 + 0,0007 \approx 8,3^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

Isolansen for den traditionelle konstruktion er da:

$$R = 0,25\text{m}^2 * 8,3^\circ\text{C/W} = \underline{\underline{2,08\text{m}^2\text{C/W}}}$$

Det totale varmegennemgangstal: $U = 1/R = \underline{\underline{0,48\text{W/m}^2\text{C}}}$

På baggrund af varmegennemgangstallene beregnes i det følgende hvor meget is pr. døgn pr. m^2 bund, der skal bruges ved forskellige temperaturer.

Varmen, som kommer gennem bunden, beregnes af:

$Q = U * A * \Delta T$, hvor Q er energi sekund [W], A er bundarealet og ΔT temperaturforskellen.

Nødvendig ismængde (M) beregnes ved at dividere med is's smeltevarme (S):

$$M = Q/S, S = 330000 \text{ J/kg is.}$$

Når der ses på 1 m^2 bund (traditionel konstruktion), i ét døgn ved 5°C bliver resultatet følgende:

$$Q/t = 0,48\text{W/m}^2\text{C} * 1\text{m}^2 * (5 - 0^\circ\text{C}) = 2,4 \text{ W}$$

Pr døgn:

$$Q = 2,4 \text{ J/sec} * 60 * 60 * 24 = 207360 \text{ J/døgn}$$

$$\text{Kg is pr. m}^2 \text{ pr. døgn} = Q/S = 207360\text{J/døgn} / 330000 \text{ J/kg is} = 0,63 \text{ kg is/døgn}$$

Nedenstående tabel angiver kg is pr. m^2 bundareal pr. døgn ved de 2 konstruktioner:

Temperatur [°C]	Kg is pr. m ² pr. døgn med traditionel konstruktion	Kg is pr. m ² pr. døgn med ny konstruktion
5	0,6 kg	0,4 kg
10	1,3 kg	0,7 kg
15	1,9 kg	1,1 kg
20	2,5 kg	1,5 kg

Ved en samlet rejse på 7 døgn (ved 20°C) vil der i en traditionel tank med 10m² bundareal skulle tilføres $7 \cdot 10 \cdot 2,5 = 175$ kg is ved rejsens start.

Beregningerne forudsætter at isen i bunden ligger tørt, dvs. at smeltevandet hele tiden drænes fra. Dette er i praksis ikke tilfældet, hvor der drænes vand fra tankene 5-10 gange i døgnet. Derfor skal der tilsættes større mængde is end beregnet. Beregning af denne ismængde er ikke muligt teoretisk og må derfor afgøres ved forsøg i den enkelte tank.

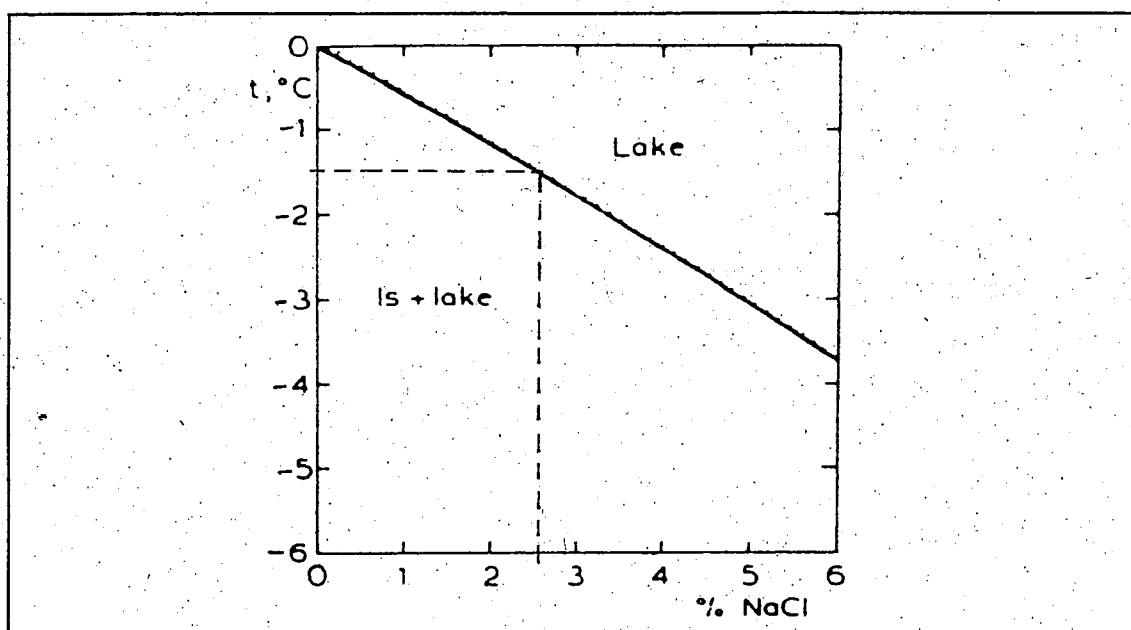
Når den ønskede ismængde er fundet ved en bestemt temperatur kan forskellen vinter/sommer beregnes. Det ses af ovenstående skema, at der om sommeren (15°C) skal bruges godt 3 gange så meget is til isbundlag som om vinteren (5°C). Forskellen vinter/sommer gælder uanset hvilken udgangsmængde man kommer frem til ved forsøg.

Bilag 8. Salttilsætning i CSW-tanke.

Salt-tilsætning i CSW-tanke sker specielt i den varme tid om sommeren. Argumentet for at bruge salt er tit, at man derved udnytter isen bedre. Det kan diskuteres om det er rigtigt. Det der sker ved salttilsætning er at smeltepunktet for isen nedsættes. Smeltepunktet for is er 0°C i ferskvand og bliver lavere jo mere salt der tilsættes. Temperaturen når havvand fra Nordsøen og ferskvandsis blandes er ca. $-0,9^{\circ}\text{C}$. Jo større temperaturforskellen bliver mellem 2 punkter jo hurtigere foregår varmetransporten. Dvs. fisken vil hurtigere blive nedkølet men samtidig vil varmen, som kommer ind i en tank udefra gå hurtigere. Man får altså ikke ekstra energi ved tilsætning af salt, man bruger blot den is som er tilstede noget hurtigere. Er der overskuds is nok i tanken er det en fordel at tilsætte salt.

Når temperaturen kommer ned omkring ca. $-1,5^{\circ}\text{C}$ vil fisk begynde at fryse. Frysning af fisk, som i tanke sker meget langsomt, medfører at fisken får dårlig konsistens. Hvis fordelingen af saltet ikke sker ensartet vil nogle fisk fryse og andre ikke. Dette vil give en meget uensartet kvalitet når fisken bliver landet. I dette bilag vil det blive beregnet hvor meget salt der maksimalt må tilsættes en tank for ikke at få lavere temperatur end $-1,5^{\circ}\text{C}$.

Figur 1 viser sammenhængen mellem salt% og temperatur i en blanding af is, vand og



Figur 1 Sammenhængen mellem salt% og temperatur i en blanding af is, vand og salt
/Magnussen O. et al. 1972/.

salt. Det kan ses at saltprocenten ved en temperatur på $-1,5^{\circ}\text{C}$ er 2,6%, hvilket er den maximale grænse for hvor meget salt% må komme op på.

Havvand i Nordsøen indeholder ca. 3,5% salt og isen er fremstillet af ferskvand. I det følgende beregnes hvor meget salt% bliver i en tank på 100m^3 når temperaturen er 12°C og fyldningsgraden 65% (65 vægt% fisk af volumen).

Volumen: 100m^3

Mængde fisk: 65 ton

Temperatur: 12°C

Is tilsætning: Der tilsættes 25% vægt% is af fisken.
 $(12^{\circ} + 5\text{døgn} \cdot 1^{\circ}\text{C pr.døgn} + 8\% (\text{sikkerhed})) = 25\%$

Mængde is: $25 \cdot 65 \text{ ton} / 100 = 16,25 \text{ ton}$

Fisk og is vejer tilsammen $65\text{ton} + 16,25\text{ton} = 81,25\text{ton}$

Der tilsættes ca. $100\text{m}^3 - 81,25\text{ton} = 18,75\text{ton}$ kølet havvand til tanken.

Havvandet tilsættes is for at køle det ned fra 12°C til 0°C .

Is mængde = $m \cdot c \cdot dT / S = 18,75\text{ton} \cdot 4,182\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C} \cdot 12^{\circ}\text{C} / 330 \text{ kJ/kg} = 2,85\text{ton}$

m = ismængden

c = specifik varmekapacitet for vand

dT = temperaturforskellen

S = is's smeltevarme

Ismængden vil blive smeltet helt.

Af de tilsatte 25% is til fisken vil der ca. smelte 17% (de 8% er kun som sikkerhed).

Ismængde = $17 * 65\text{ton} / 100 = 11,05\text{ ton}$ der bliver til vand.

Total mængde ferskvand:

$2,85\text{ton} + 11,05\text{ton} = 13,9\text{ton}$

Total mængde saltvand (3,5%):

18,75ton

Saltindhold i den samlede vandmængde:

Salt: $3,5 * 18,75\text{ton} / 100 = 0,66\text{ton}$

Vandmængde: $13,9\text{ton} + 18,75\text{ton} = 32,65\text{ton}$

Salt% = $0,66\text{ton} * 100 / 32,65\text{ton} = 2,02\%$

Der kan altså tilsættes $(2,6 - 2,03) = 0,58\%$ salt

Dvs. $0,58 * 32,65\text{ton} / 100 = 190\text{kg}$

Nedenstående tabel angiver salttilsætning til forskellige volumener ved 12°C:

Volumen [m ³]	Salttilsætning [kg]
10	19
25	48
50	95
75	143
100	190

Ved lavere temperaturer end 12°C skal salttilsætningen nedsættes, ved 6°C er det f.eks. det halve.

Der er en stor risiko for at fryse fisken, hvis ikke fordelingen af saltet sker ensartet.

Almindelig sker tilsætningen ved at salt hældes direkte ned i tanken når den er fyldt op, hvilket frarådes på det kraftigste. Salt må ikke blandes i tanken direkte. Salt skal opløses i en tank/last for sig selv og saltvandet (lagen) kan så blandes i tankene samtidig med at de fyldes op med fisk og is. Almindeligvis tilsættes havvand under fyldningen af en tank for at få isen og fisk til at glide bedre på slidsker og til elevatorer. Det er altså muligt at

tilsætte saltlage under fyldningen.

Tilsætning af saltlage, når først tanken er fyldt op, kan ikke anbefales, da det ikke er sikkert, det kan lade sig gøre at fordele saltlagen jævnt i en fyldt tank.

Bilag 9. Normdatablad og instruktionsvejledninger til rengøring af CSW tanke.

Essi Konsumfisk AmbA
Skibsrengøring

RENGØRING og DESINFEKTION med DIVOFLOW No. 8 (DF 8)**SKIBE MED TANKE - CSW**


Straks efter losningen spules tankene. Når skibet er på havet, læses tankene for blodvandet. Tankene indskummes med DIVOSKUM 84 med virketid på 10-20 minutter. Efter virketiden højtryksrenses der med efterfølgende desinfektion med DIVOFLOW No. 8 (DF 8) overalt.

Desinfektionen udføres med skuminjektor og et dyserør monteret med 65-12 dyse. Sugslangen monteres med kemi-begrænser 0,8 mm som yder ca. 1,2% med 30 meter slange.

Før brøndene læses skal de være fyldt med desinfektionsmidlet, som evt. suppleres med vand før lænsning.

Skibe med isvandskøling indtager nødvendigt vand til rengøring af rørføringer, der anvendes 1 dunk Divoflow no. 8 til 3m³ vand - cirkulation 15 minutter pr. tank.

1. februar 1994
KLA/bho

 Normdatablad	Dato:	Nr.
	01.06.1992	
	Erstatter blad af:	PR-nr.:
	01.08.1990	439516
DIVOFLOW NO. 8 (DF 8) - C.I.P.-rengøringsmiddel		

ANVENDELSESOMRÅDE:	Anvendes til rengøring og desinfektion af produktionsudstyr, rørledninger og tanke. DIVOFLOW NO. 8 kan måles med ledningsevne måler i C.I.P.-anlæg. Må ikke anvendes til aluminium.				
EGENSKABER:	<p>Er effektivt overfor gramnegative/-positive bakterier samt gær i kolde brugsopløsninger. Skummer ikke og er let at afskylle. På grund af indholdet af tensider har produktet en god rengøringseffekt.</p> <p>Drabstal i %: Koncentration: 1% v/v Temperatur: 20°C. Kontakttid: 10 min.</p> <p><u>Organisme/tid</u> <u>10 min. v/20°C.</u></p> <p>E-Coli 99,999 Staph. Aureus 99,999 Sacch. Cerevisiae 86</p>				
TYPE:	Stærkt, surt rengøringsmiddel med desinfektionseffekt, flydende.				
DOSERING:	0,7-1,0% v/v, afhængig af arbejdets karakter.				
BRUGSANVISNING:	7-10 ml pr. liter vand eller 7-10 liter pr. 1.000 liter vand tilsættes rengøringsanlæggets balancetank, eller doseres gennem DIVERSEY's automatiske doseringsanlæg. Efter endt rengøring skal alle flader, som senere kommer i berøring med kød eller kødvarer, grundigt afskylles med rent vand.				
EMBALLAGE:	25,2 liter i plastdunk/29,0 kg.				
HOLDBARHED:	Max. 2 år i ubrudt emballage.				
pH-VÆRDI:	<p>Koncentrat: Ca. 0,5. Brugsopløsning: Ca. 2,1. (1% w/w opløsning).</p>				
VÆGTFYLDE/VISK.:	1,150 g/cm ³ ved 20°C./Ca. 10 cP ved 20°C.				
DEKLARATION I HENHOLD TIL EF-KOMMISSIONEN:	<table border="1"> <tr> <td>15-30%</td><td>Phosphorsyre, anioniske tensider.</td></tr> <tr> <td>Under 5%</td><td>Nonioniske tensider.</td></tr> </table>	15-30%	Phosphorsyre, anioniske tensider.	Under 5%	Nonioniske tensider.
15-30%	Phosphorsyre, anioniske tensider.				
Under 5%	Nonioniske tensider.				
INDEHOLDER DESUDEN:	Skumdæmper, desinfektionsmiddel.				

DIVERSEY A/S

Smedeholm 3-5

2730 Herlev

Telf.: 42 84 41 11

LEVERANDØR-BRUGSANVISNING

1.



Ætsende

Bilag 10. Instruktionsvejledning til CSW-tanke.

Dette bilag er samlet af enkelte instruktioner fra rapporten og bilagene. Dette er sket uden at tage dokumentationen med. Det er meningen at dette bilag kan bruges i den daglige drift på CSW-trawlere, som opslag og generel vejledning.

Indhold:	Side nr.
1 Rengøring	86
2 Lastning af CSW-tanke	86
3 Cirkulationstider og længder	92
4 Minimering af isolationsproblemer	92

1. Rengøring.

Efter industrifiskeri.

Hver gang tankene tages i brug efter industrifiskeri skal samtlige riste aftages for at rengøre lodrette dræn og render/brønde i tankenes bund. Sugeristene i tankenes top skal også rengøres. Der kan med fordel anvendes et skumrengøringsmiddel, som skal virke i 10-20 min hvorefter der højtryksrenses. Samtlige rør og brønde skal gennemskyllles med vand tilsat et desinfektionsmiddel.

Til hverdag.

CSW-tanke bør rengøres hver gang de har været i brug da det er levnedsmidler tankene anvendes til.

Almindelig rengøringen kan med fordel foretages umiddelbart efter tankene er tømt, så urenheder ikke når at sætte sig fast. Det anbefales at højtryksrense tankene med et desinfektionsmiddel.

Samtlige rør skal skylles igennem med vand tilsat desinfektionsmiddel i 15 min.

Samtlige rør/brønde tømmes herefter for vand.

Hvis der er et filter i cirkulationssystemet skal dette renses og rengøres efter hver rejse.

Undgå at vand står i rør/brønde mellem rejserne, da det kan ødelægge en hel tank fisk.

2. Lastning af CSW-tanke.

Isbundlag.

Inden der fyldes fisk i en tank lægges is i tankens bund (isbundlag). Uanset årtid anbefales det altid at anvende isbundlag i tankene. Som hovedregel skal der bruges 3

gange så meget is til isbundlag om sommeren i forhold til om vinteren.

Nedenstående skema viser isbundlaget i vægt og højde afhængig af temperaturen. Der er i skemaet isbundlag til i alt 7 døgn.

Temperatur [°C]	Kg is pr. m ² bundareal (traditionel konstruktion)	Isbundlagshøjde i mm (hvis der bruges rør-is)
5	30	50
10	67	100
15	100	150
20	133	200

Skemaet kan bruges som udgangspunkt til at bestemme isbundlag. Man må prøve sig frem for at finde den isbundlagsmængde der passer til den enkelte tank, da tankenes isolationen varierer meget. Ved at observere om der er is tilbage ved tankens bund, når tanken er tømt, kan det afgøres om der behov for mere eller mindre isbundlag på næste rejse.

Der skal være isbundlag tilbage i tanken når den losses. Det er den eneste måde, der er sikkerhed for, at temperaturen ved tankens bund er tilstrækkelig lav. Samtidig må der ikke være for meget isbundlag tilbage, da der så bliver problemer med at losse tankene. Der skal holdes øje med den enkelte tank, da der kan være stor forskel på nødvendig ismængde i bunden afhængig af tankens aktuelle placering og isolation.

Man kan med fordel skrive mængderne ned (ton is eller isbundlagets højde i cm ved den aktuelle havtemperatur). For at undgå temperaturstigninger ved maskinskottet (pga. høj temperatur i maskinrummet), lægges ekstra is ved bunden af maskinskottet.

Total mængde is.

Nedestående skema giver oplysning om den totale mængde is der skal lastes afhængig af tankstørrelse og temperatur (fyldningsgraden er 70% fiskevægt af tank volumen).

Tank Vol.	Temp	Fisk	Is til fisk	Vand	Is til vand	Isbund- lag	Tyk- kelse	Total is:
m ³	°C	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton	mm	Ton
50	5	35	4,2	10,8	0,7	0,5	50	5,4
50	10	35	6,0	9,1	1,1	1,0	100	8,1
50	15	35	7,7	7,3	1,4	1,5	150	10,6
50	20	35	9,5	5,6	1,4	2,0	200	12,8
100	5	70	8,4	21,6	1,4	0,5	50	10,8
100	10	70	11,9	18,1	2,3	1,0	100	16,2
100	15	70	15,4	14,6	2,8	1,5	150	21,1
100	20	70	18,9	11,1	2,8	2,0	200	25,7
150	5	105	12,6	32,4	2,1	0,5	50	16,1
150	10	105	17,9	27,2	3,4	1,0	100	24,3
150	15	105	23,1	21,9	4,2	1,5	150	31,7
150	20	105	28,4	16,7	4,2	2,0	200	38,5
200	5	140	16,8	43,2	2,7	0,5	50	21,5
200	10	140	23,8	36,2	4,6	1,0	100	32,3
200	15	140	30,8	29,2	5,6	1,5	150	42,3
200	20	140	37,8	22,2	5,6	2,0	200	51,3

Fiskenes temperatur skal måles i modtagekassen og nedskrives sammen med oplysninger om lastet ismængde, tiden inden fangst og hvor stor mængde fisk der blev landet. Dette kan anvendes til at justere lastet ismængde efter temperaturen og ved evt. kassering af lasten pga. kvalitetsfejl at kunne dokumentere om det kunne skyldes for lidt is. Specielt ved fiskeri i og omkring golfstrømmen kan fiskenes temperatur ved fangst være højere end forventet efter årstiden.

En pålidelig temperaturmåler kan købes for omkring 2000 kr (digital og rimelig vandtæt). Uden at anbefale specielle fabrikater er der nogle få i bilag 12.

Blanding af fisk og is.

Blandingen af fisk og is er idag meget personafhængig. Dette giver stor variation i blandingen af fisk og is. Hvor der er fiske- og iselevator kan variationen mindskes ved at holde elevatorerne fyldt og styre deres indbyrdes hastighedsforhold.

Hvor der ikke er fiskeelevator, kan det være problematisk at få fisk og is til at glide i en jævn strøm til tanken. Uden brug af fiskeelevator bliver fordelingen af is til fisken endnu mere personafhængig.

Tilsat is til fisk måles i vægt % is (isprocent). 15% is betyder 15kg is til 100kg fisk.

Nødvendig istilsætning udregnes efter $is\% = T_{hav} + v \cdot d + s$.

T_{hav} er havtemperaturen, v er vedligeholdelsesis (1/2-1% pr døgn afgængig af isolationen), d er antal døgn til fiskene landes og s er ekstra ismængde til sikkerhed (5-10%)

Hvis havtemperaturen er 12°C og der er 3 døgn til fisken landes skal isprocenten være:

$is\% = 12^\circ C + 1\% \cdot 3 \text{ døgn} + 5\% \text{ sikkerhed} = 20\% \text{ is.}$

Nedenstående skema viser anbefalede hastigheder på is- og fiskeelevator afhængig af temperaturen (og is%).

Følgende skal være opfyldt for at skemaet kan bruges:

Fiskeelevator: Bredde: 400mm. Højde til mellemlade: 300mm. Skovlhøjde 150mm.

Iselevator: Bredde: 300mm. Højde til mellemlade 85mm.

Opbevaringstiden er 3 døgn. Vedligehold = 1% pr. døgn. Sikkerhed = 5%

Skemaet er lavet efter hvad én mand i lasten kan nå at skovle (ca. 250 kg is/min). Efter hvor mange der er i lasten og isens konsistens, kan tallene for omdrejninger/min justeres op og ned.

Tempera- tur	IS%	Hastigheds- forhold Is/Fisk	Is Omdr/min	Fisk Omdr/min
0	8	0,29	26	66
1	9	0,33	26	59
2	10	0,37	26	53
3	11	0,40	26	48
4	12	0,44	26	44
5	13	0,48	26	41
6	14	0,52	26	38
7	15	0,55	26	35
8	16	0,59	26	33
9	17	0,63	26	31
10	18	0,66	26	29
11	19	0,70	26	28
12	20	0,74	26	27
13	21	0,77	26	25
14	22	0,81	26	24
15	23	0,85	26	23
16	24	0,88	26	22

For at systemet skal kunne fungere skal iselevatoren kunne køre fyldt ved lave hastigheder. Der skal hele tiden være minimum 2-3 ton fisk i modtagekassen. Endvidere skal begge elevatorerne kunne stoppes, når fiskeren ikke kan følge med i islasten.

Indstilling af elevatorer.

Der laves en streg på akslerne til båndet i elevatorerne. Omdrejningerne i et minut tælles på de 2 elevatorer. Hvis det indbyrdes forhold ikke passer, ændres indstillingen til det passer efter skemaet. Forholdet mellem hastigheden på is- og fiskelevator skal altid være den samme ved en given is%.

Isvand.

Det anbefales at bruge iskølet havvand hele året rundt. De fleste trawlere anvender havvand for at få is og fisk til at glide til tanken. Tanken efterfyldes med havvand, når tanken er fyldt op med fisk og is.

Der skal altid anvendes nedkølet havvand da vandet ellers vil bruge isen som er beregnet til at køle fisken med. Der er stor risiko for, at der vil opstå områder i tanken uden is, hvis havvandet ikke på forhånd er nedkølet. Det kølede havvand laves i en særskilt last/tank med is inden fangsten tages ind.

Salttilsætning.

Når temperaturen kommer ned omkring ca. $-1,5^{\circ}\text{C}$ vil fisk begynde at fryse. Frysning af fisk, som i tanke sker meget langsomt, medfører at fisken får dårlig konsistens. Hvis fordelingen af saltet ikke sker ensartet vil nogle fisk fryse og andre ikke. Dette vil give en meget uensartet kvalitet når fisken bliver landet. Nedenstående skema angiver hvor meget salt der maksimalt må tilsættes en tank ved 12°C for ikke at få lavere temperatur end $-1,5^{\circ}\text{C}$.

Volumen [m^3]	Salttilsætning [kg]
10	19
25	48
50	95
75	143
100	190

Ved lavere temperaturer end 12°C skal salttilsætningen nedsættes, ved 6°C er det f.eks. det halve.

Der er en stor risiko for at fryse fisken hvis ikke fordelingen af saltet sker ensartet. Almindelig sker tilsætningen ved at salt hældes direkte ned i tanken når den er fyldt op, hvilket må frarådes på det kraftigste. Salt må ikke blandes i tanken direkte. Salt skal opløses i en tank/last for sig selv og saltvandet (lagen) kan så blandes i tankene samtidig med at de fyldes op med fisk og is.

Tilsætning af saltlage, når først tanken er fyldt op, kan ikke anbefales, da det ikke er sikkert, det kan lade sig gøre at fordele saltlagen jævnt i en fyldt tank.

3. Cirkulationstider og længder.

Cirkulationssystem med vand.

For udjævning af temperaturforskelle inde i massen af fisk og is i tanken vil cirkulation med stor vandhastighed være at foretrække i korte perioder.

Der skal konstant og uanset hvad de fast installerede temperaturfølere viser cirkuleres med faste tidsintervaller og længder hele året rundt.

Det anbefales som minimum at cirkulere vandet i samtlige tanke hver 3. time i minimum 15 min.

Der kan være specielle forhold på den enkelte trawler, som giver behov for mere eller mindre vandcirkulationstid/længde/hastighed.

Vandet skal pumpes ind i tankenes bund og tages ud i toppen. Hvor det er muligt køles det cirkulerende vand gennem en tank/last med is. Ekstra is kan lægges i tankens top (lugekarmen) når sugeristen i toppen er placeret her.

Cirkulationssystem med luft.

Anbefalet cirkulationstid er minimum hver 3. time i minimum 3 min. døgnet rundt uanset havtemperaturen og temperaturen målt med de faste temperaturfølere i tankene. Selvom luften, der pumpes ind i tanken, er varm (omkring 100°C) har det ingen nævneværdig betydning for smeltning af isen og dermed temperaturen, da luft ikke kan indeholde ret megen energi. Den effekt som opnås ved omrøring i tanken, er langt at foretrække fremfor de få kg is der smelter pga. luftens varme.

4. Minimering af isolationsproblemer.

På E615 Ekliptika er der lavet en ringledning langs ydersiderne af tankene forned og foroven. Når vandet cirkuleres langs ydersiderne i tankene, med lav hastighed hele tiden, kan temperaturen holdes nede. Der cirkuleres 15m³ kølet vand i timen pr. tank (ca. 40 m³). Cirkulationsvandet køles over en separat tank med is. Isforbruget har været omkring 7 ton is pr. rejse. Dette system anbefales ved nybygning af tanke.

For at forbedre isolationen af tanksiderne er inderklædningen hævet i forhold til spanterne. Dette forbedrer isolationsevnen ca. 4 gange i forhold til, hvis klædningen ligger direkte på spanterne. Endvidere er der lavet strengisolering langs de tværskibs deleskot så varme herfra minimeres.

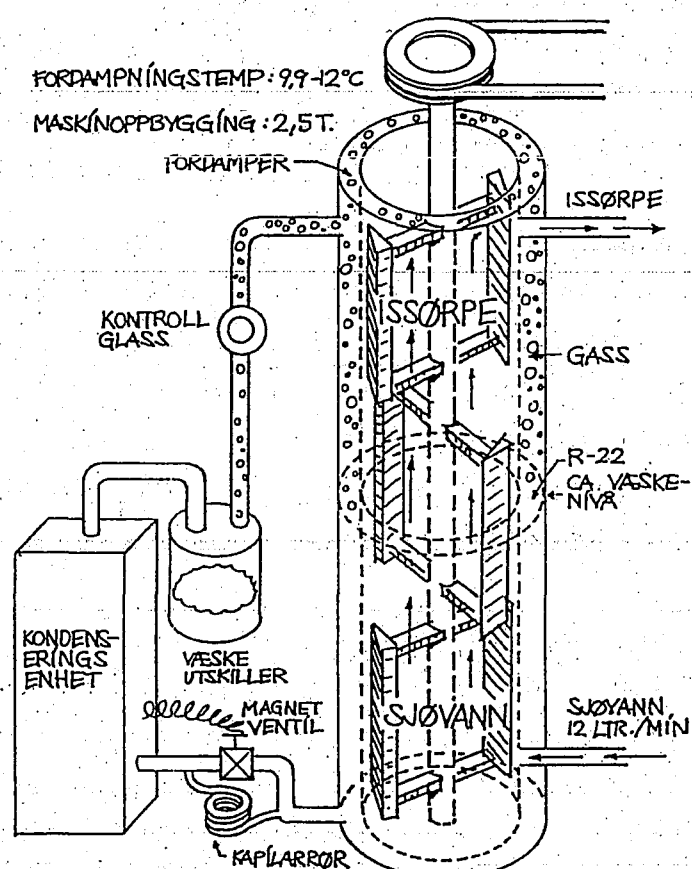
Bilag 11. Sunwell: slurry ice generators.

"THE SUNWELL SYSTEM"

© SUNWELL ENGINEERING CO. LTD, TORONTO CANADA

FORDAMPNINGSTEMP: 9,9-12°C

MASKINOPPBYGGNING: 2,5 T.



PATENTER : ① SYSTEMPATENT : UTGÅR ÅR 2006 : HELE SYSTEMET (TUBEN)
 ② MEKANISK PATENT : UTGÅR ÅR 2005 : GLÄDNIS FUNKTION I SYSTEMET
 ③ MÖNSTERBESKYTTELSE: UTGÅR ÅR 2000 : STYRING AV KÖLE-
 VÄSKE, BY-PASS AV KAPILLARSYSTEMET

ICE-TECH SYSTEMS®

NORWAY - ICELAND - FAROE ISLANDS - GREENLAND - SWEDEN - DENMARK - FINLAND



SUNWELL SLURRY ICE GENERATORS

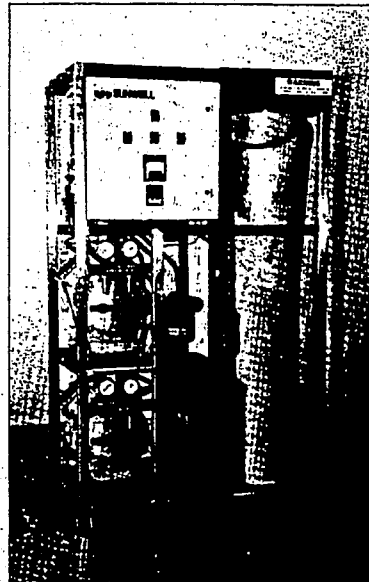
SUNWELL SLURRY ICE GENERATORS MODEL IG/5.0 AND IG/8.0

are self contained seawater ice generators with capacities up to 5 and 8 tons per 24 hours (dry weight).

Our patented ice system makes ice that flows. Tiny spherical crystals sift like sugar into every hollow, crack and crevice. Covering every single square millimetre of product surface instantly. So heat (or cold) transfer begins immediately, evenly, all over.

Can be used as a supplement to your R.S.W. in bulk chilling or as a base chiller on freezer trawlers or as a complete ice station.

SUNWELL SLURRY ICE GENERATOR makes «fresh water» ice from seawater.



TECHNICAL SPECIFICATIONS

	MODEL IG/5.0 - WWS/XXX	MODEL IG/8.0 - WWS/XXX
Capacity slurry ice/24 h (up to)	34 cub.mtrs.	50 cub.mtrs.
Capacity dry ice/24 h (up to)	5 tons	8 tons
Dimensions ice generator	H: 1710 mm W: 1000 mm L: 660 mm	H: 1710 mm W: 1000 mm L: 660 mm
Dimension ice outlet	1"	1"
Dimension water inlet	1"	1"
Dimension cond.water inlet	½"	½"
Dimension cond.water outlet	½"	½"
Weight ice generator	705 kgs.	745 kgs.
Refrigerant	R-22	R-22
Voltage	220/380/440	220/380/440
Phase	3	3
Hertz	50/60	50/60
Power	13.5 kW	18.0 kW
ESSENTIAL ADDITIONAL EQUIPMENT		
Water circulation pump	3000 ltrs./hour	3000 ltrs./hour
Head pressure water circ. pump	Min. 1.8 bar	Min. 1.8 bar
Flowmeter	0-2000 ltrs./hour	0-3000 ltrs./hour
Condensing water pump	25 ltrs./min.	35 ltrs./min.
Head pressure cond. water pump	Min. 1.0 bar	Min. 1.0 bar

MODELS AND SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO BE CHANGED WITHOUT NOTICE

GENERAL AGENCY: ICETECH SYSTEMS A/S, OSLO, NORWAY. PHONE: (47) 22 67 08 70. FAX: (47) 22 68 08 36

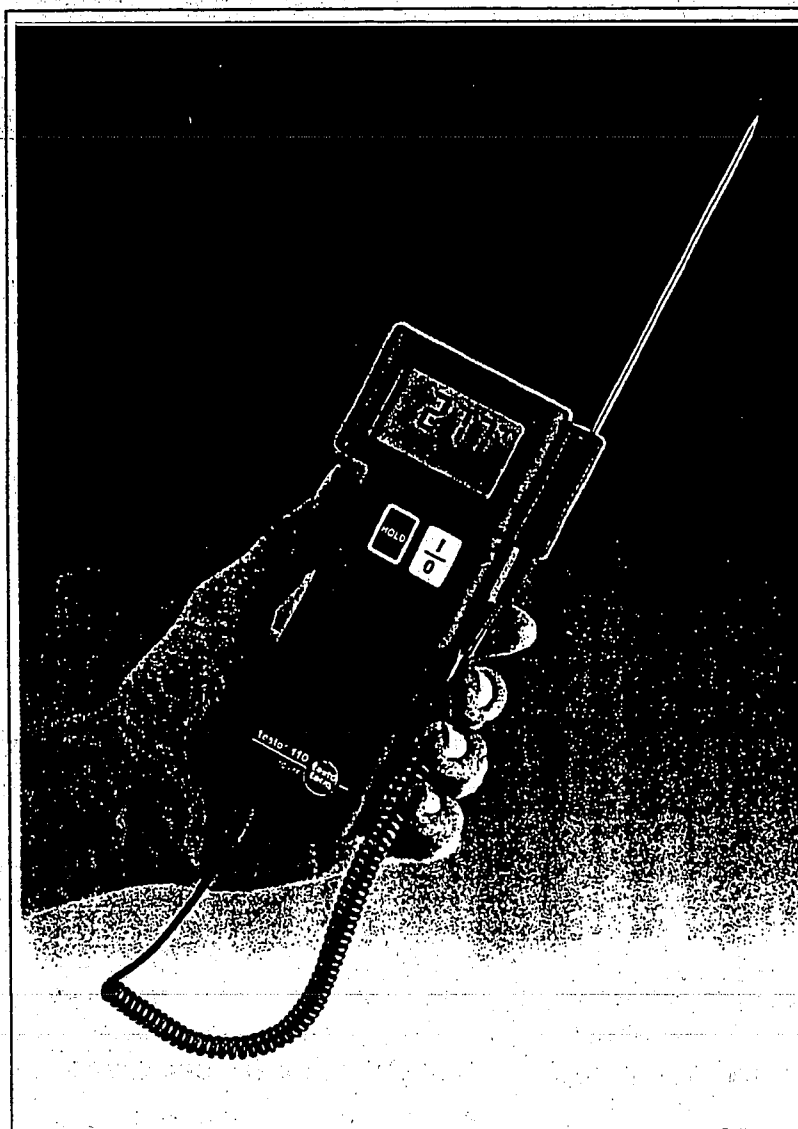
Bilag 12. Temperaturmålere.



Electronic measurement
of physical and chemical values

testo 110

Highly-accurate digital thermometer
from the Compact Class
Range - 50 °C to + 150 °C



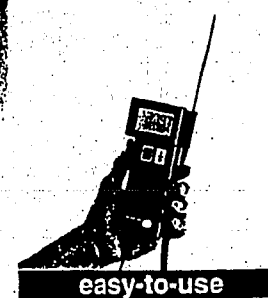
water resistant (IP 54)



compact



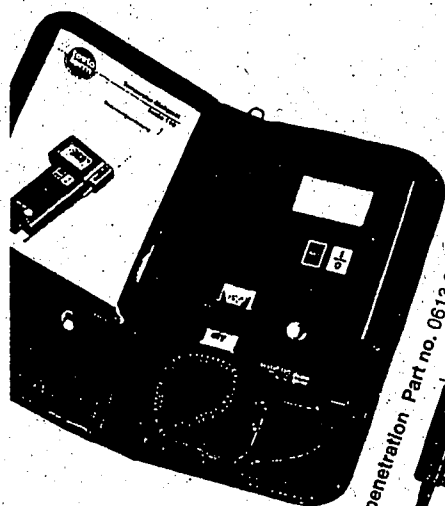
robust



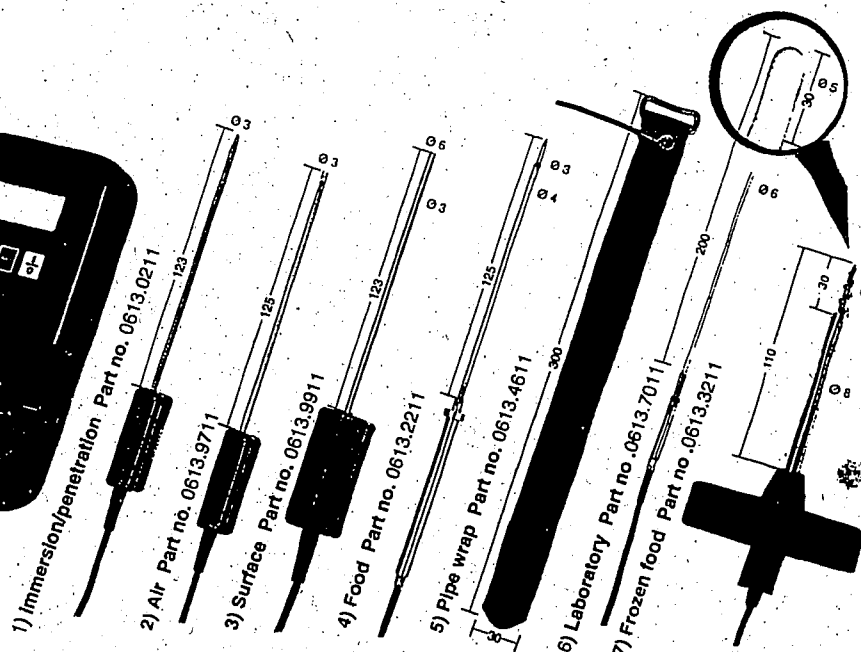
easy-to-use


testo 110 NTC thermometer

Order a temperature probe suitable for your application:



testo 110 instrument,
instruction manual, probe
Part no. 0560.1104


Technical data

Input: NTC sensor
Meas. range: -50 to +150 °C
Accuracy: ±0.2 °C
 (-25 to +75 °C)
 ±0.4 °C
 (-50 to -25 °C)
 (+75 to +100 °C)
 ±0.5% of m. v.
 (+100 to +150 °C)
System accuracy: (measured with immersion/penetration probe)
 ±0.4 °C
 (-25 to +75 °C)
 ±0.8 °C
 (-50 to -25 °C)
 (+75 to +100 °C)
 ±1% of m. v.
 (+100 to +150 °C)
Resolution: 0.1 °C
Display: 13 mm high characters
Features: Low batt. warning
 Auto switch off
Battery life: > 100 hours
 (Alkali-manganese)

Technical data probes

Measuring range	Response time t_{90}
1) -50 to +150 °C	6 sec.
2) -50 to +150 °C	20 sec.
3) -50 to +150 °C	25 sec.
4) -50 to +150 °C	10 sec.
5) -50 to +70 °C	-
6) -50 to +150 °C	40 sec.
without protective glass	6 sec.
7) -50 to +140 °C	8 sec.

Description of instrument

testo 110: for accurate temperature measurements up to +150 °C. The **testo 110** is a highly-accurate temperature measuring instrument covering the range -50 to +150 °C. The rugged, water-resistant design of the instrument makes it ideal for applications in the food industry and laboratories. The frozen food probe enables the monitoring of temperature in frozen food.

testo 110 is also available in an officially certified version, **testo 112**. Please ask for this separate brochure.

Ordering data

Description
 testo 110, instruction manual, battery
 testo 110, carrying case, instruction manual, battery
 9 V rech. battery for testo 110
 Recharger for external recharging of battery 0515.0025
 Carrying case
 Spare glass tube for laboratory probe

Part no.
 0560.1104
 0560.1105
 0515.0025
 0554.0025
 0516.0180
 0554.7072

Available ex-stock from:

Subject to change without notice.
 Warranty: 12 months



795,-
excl. moms

Testo 925

- ✓ Lav pris
- ✓ Stor nøjagtighed
- ✓ Hold-funktion
- ✓ Batteri-lav-indikator
- ✓ Afbryder automatisk efter 14 min.
- ✓ Stor tydeligt LCD-display
- ✓ Robust konstruktion
- ✓ Dansk brugsanvisning
- ✓ Enhåndsbejering
- ✓ Automatisk skift i opløsning
- ✓ Skift mellem °C/°F

Digital termometer type K



Måleområde:
-60 til +1000°C

Nøjagtighed:
± 1°C ± 0,5% af m.v.
(-40 + 900°C)
Opløsning:
0,1°C op til +200°C
1,0°C over +200°C
Garanti:
24 måneder

Testo 925 er det perfekte all-round termometer, hvor der kræves stor nøjagtighed og hurtig visning - til en fornuftig pris.

**Stort
følerprogram**

FRØDE PEDEHSEN & CO. AS
 Gydevang 32-34 . Postbox 30
 DK-3450 Allerød
 ☎ 42 27 06 55 . Int. + 45 42 27 06 55

FPH 4000

- * Et præcisionsinstrument
- * Til fødevarerindustri
- * Til kemisk industri m.fl.
- * Vandtæt IP 67/68
- * Godkendt til Ex-zone 0, 1, 2
- * Programmerbart til mA, mV, bar, pH, %RH, °C
- * Kan tilsluttes Pt100 føler eller transducer med mA signal
- * 4-20 mA standardudgang
- * Serie kommunikationsport (M-bus)
- * Udgange er galvanisk isoleret
- * Indstøbt batteri
- * Lavt energiforbrug

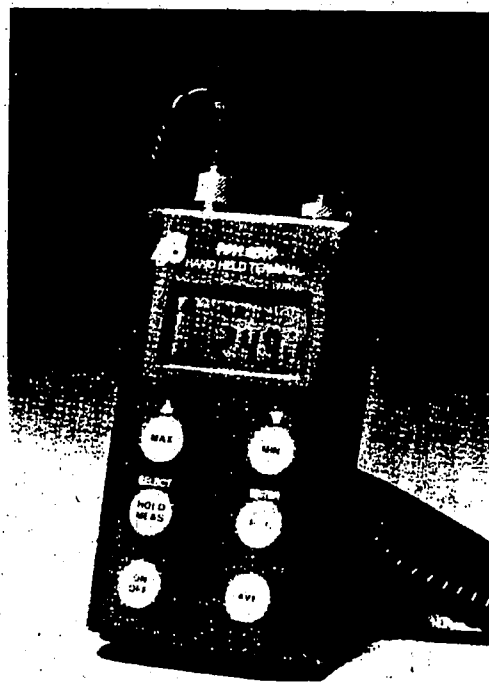
FPH 4000 er et unikt håndbærent instrument til utallige måleopgaver. Det er konstrueret til anvendelse under krævende forhold og opfylder de strengeste krav.

FPH 4000 er godkendt til brug i områder med konstant eksplosionsfare - zone 0 - og er vandtæt - IP 67. Det er desuden slagfast og kan arbejde i omgivelsestemperaturer fra -20 til +90°C.

Tilsluttet et Pt100 modstandstermometer eller en transducer med mA signaludgang kan FPH 4000 programmeres til at behandle målesignaleme og vise dem på displayet i fysiske enheder, så som mA, mV, bar, pH, %RH og °C.

Måleresultatets historiske udvikling kan følges ved at kalde Maximum, Minimum eller Middelværdi fra tastaturet. Display-visningen kan låses.

Til præcisionsmåleopgaver, hvor data ønskes opsamlet på en analogskriver eller på en computer, er FPH 4000 en fortræffelig transmitter, idet den er forsynet med to udgangstyper valgfri fra tastaturet.



Den ene udgang er analog 4-20 mA strømsløjfe, som transmitterer målesignalet videre til f.eks. en skriver. FPH 4000 strømfødes i dette tilfælde automatisk via strømsløjfen, således at instrumentets eget batteri ikke belastes. Ud over målesignalet registrerer udgangen tillige kortslettet eller afbrudt transducer.

Den anden udgang er digital gennem FPH 4000's serielle kommunikationsport. Denne er baseret på den tyske standard, M-bus, som er specielt udviklet til understationer med ekstremt lavt strømforbrug, hvorved understationen kan strømfødes via M-bussen. FPH 4000 er en sådan station med et strømforbrug mindre end 50 μ A i middel. Transmissionen følger Uart-standardens i halv duplex og med Uart-protokol.

Op til 255 målestationer (FPH 4000 eller vor monitor/transmitter) kan adresseres på samme 2-tråds linie, der i øvrigt kan være 4 km lang.

Over M-bussen transmitteres måleværdien d.v.s. displayvisningen, maximum-, minimum- og middelværdien af visningen samt transducertilstand udtrykt i ekstremværdi.

Når udgangene ikke benyttes, strømfødes FPH 4000 af et indbygget, indstøbt batteri, og hvis man ønsker at spare på energien, kan en automatisk slukfunktion anvendes.

